

*Luís Manuel Coelho Monteiro*

**MANIPULAÇÃO DA EMOÇÃO EM AMBIENTES DE  
REALIDADE VIRTUAL: VALIDAÇÃO METODOLÓGICA**

Tese apresentada na Faculdade de Psicologia e  
de Ciências da Educação da Universidade do  
Porto para obtenção do grau de Doutor em  
Psicologia:

Professor Doutor Manuel Fernando S. Barbosa:  
Professor Auxiliar da Faculdade de Psicologia  
e Ciências da Educação da Universidade do  
Porto.

Professor Doutor Jorge Manuel Amaral  
Silvério: Professor Auxiliar da Escola de  
Psicologia da Universidade do Minho.

Investigação apoiada por:

**FUNDAÇÃO BIAL - 94/08**

**CESPU, CRL.**



## Resumo

Este trabalho implicou não só testar a possibilidade de conciliar os meios tecnológicos envolvidos na Realidade Virtual e no registo de dados neurofisiológicos, como o desenvolvimento e validação de novos paradigmas metodológicos para o estudo Psicobiológico da emoção que dessem conta dessas possibilidades-oportunidades. Com o recurso a esta nova tecnologia objectivámos a substituição da passividade do sujeito perante a simples visualização de imagens de conteúdo afectivo pela imersão e presença decorrentes da estimulação em ambientes virtuais. No nosso entender, estes são aspectos fundamentais que podem conduzir ao aumento da intensidade da resposta emocional do sujeito, aproximando-a mais das contingências da vida real.

Inspirados no modelo de Peter Lang, o trabalho empírico encontra-se estruturado em quatro estudos principais e dois acessórios. O primeiro, consistiu na selecção de objectos 3D, semelhantes aos que são utilizados na metodologia tradicional para o estudo experimental da emoção. Encontrámos 131 objectos que submetemos a normalização e validação numa amostra de 214 sujeitos saudáveis. Esse trabalho foi efectuado através do *Self-Assessment Manikin*. Os resultados encontrados apresentam-se consistentes com estudos anteriores realizados em 2D, permitindo a criação da *Base de Dados de Imagens Afectivas 3D*. Desta validação resultou a construção de três *Cenários de Indução Afectiva 3D*: Cenário Agradável, constituído pelos objectos de maior valência e maior intensidade; Cenário Neutro, constituído pelos objectos de valência intermédia e menor intensidade; e, finalmente, Cenário Desagradável, constituído pelos objectos de menor valência e maior intensidade.

No segundo estudo procurou-se testar se a indução das emoções por tecnologia 3D provoca respostas emocionais de maior intensidade comparativamente com a tecnologia tradicional 2D. Para o efeito procedemos ao registo de medidas fisiológicas periféricas e comportamentais associadas à visualização dos três *Cenários de Indução Afectiva*, em dois modos de visualização (2D vs. 3D). Os resultados sugerem que a visualização 3D provoca respostas emocionais de maior intensidade.

O terceiro estudo visou testar a interferência da informação emocional no processamento neurocognitivo, através da análise de *Potenciais Relacionados com Eventos*, obtidos segundo o paradigma da bola-rara na modalidade auditiva, em

paradigmas de dupla tarefa. Os resultados mostram que a indução das emoções por tecnologia 3D recruta mais recursos atencionais do que a equivalente em 2D, introduzindo maior interferência no processamento cognitivo.

Finalmente, no quarto estudo, apresentámos indicadores da activação cerebral por *Ressonância Magnética Funcional* decorrentes da exposição aos *Cenários de Indução Afectiva* nos 2 modos de visualização (2D vs. 3D). Os resultados indiciam que a visualização 3D se relaciona com uma maior activação do complexo amigdalino.

Com estes trabalhos concluímos que a utilização da tecnologia 3D na estimulação emocional tem potencial para induzir um maior *loading* emocional, manifestado em certos índices fisiológicos, neurofisiológicos e comportamentais.

## Abstract

The main objectives of this work were to test if it was possible to conciliate Virtual Reality techniques with the recording of neurophysiological data, and to develop and validate new methodological paradigms to study the psychobiology of emotion. Using Virtual Reality we were able to replace the subject's passivity while viewing pictures with affective content for the properties of immersion and presence enabled by stimulation with virtual environments. We believe these are fundamental features of the stimuli that can increase the intensity of the emotional response of the subject and, therefore, mimicking the real life contingencies.

Inspired by the model of Peter Lang, this empirical work was divided into four main studies. The first study consisted in selecting 3D stimuli similar to those used in the traditional methodological approach to study emotion. We selected 131 stimuli, which were normalized and validated using the Self-Assessment Manikin, in a sample of 214 healthy subjects. The results obtained were consistent with previous studies conducted with 2D stimuli, allowing the development of a *Database of Affective 3D Pictures*. Using stimuli contained in this database, we created three *3D Affective Induction Scenarios*: a Pleasant scenario, composed by stimuli with high valence and arousal ratings; a Neutral scenario, composed by stimuli with intermediate values of valence and low values on arousal; and, finally, an Unpleasant scenario, composed by the stimuli with the lowest valence and higher arousal ratings.

In the second study, we tested if the induction of emotions with 3D stimulation techniques caused more intense emotional responses than with 2D techniques. To that end we recorded behavioral and peripheral physiological measures associated with the visualization of the three *Affective Induction Scenarios* in two modalities (2D vs.. 3D). Results suggested that 3D visualization causes more intense emotional responses.

The third study aimed at testing the interference of emotional information in the neurocognitive processing, through Event-related Potential analysis in a dual-task auditory oddball paradigm. Our results showed that emotional induction through 3D stimulation recruits more attentional resources than through 2D stimulation, causing a greater interference in the cognitive processing.

Finally, in the fourth study, we presented indexes of brain activation obtained through Functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI) when subjects were exposed to the *Affective Induction Scenarios* in two modalities (2D vs.. 3D). Results indicate that 3D visualization is associated to higher activation of the amygdala complex.

With this work, we concluded that using 3D technology in emotional stimulation has potential to induce a greater emotional loading, which is translated in physiological, neurophysiological and behavioral indexes.

## Résumé

Ce travail a non seulement impliqué tester la possibilité de concilier les moyens technologiques mis en cause par la réalité virtuelle et par le registre de données neurophysiologiques comme le développement et la validation de nouveaux paradigmes méthodologiques pour l'étude Psychobiologique de l'émotion qui rapportent ces possibilités – opportunités. À l'aide de cette nouvelle technologie, nous mettons en évidence le remplacement de la passivité du sujet devant la simple visualisation d'images au contenu affectif par l'immersion et la présence provenant de la stimulation en ambiances virtuelles. Selon nous, ceux-ci sont des aspects fondamentaux qui peuvent conduire à l'augmentation de l'intensité de la réponse émotive du sujet, l'approchant des contingences de la vie réelle.

Inspiré par le modèle de Lang, le travail empirique est structuré par quatre études principales et deux secondaires. La première a consisté dans la sélection d'objets 3D, ressemblants à ceux qui sont utilisés dans la méthode traditionnelle pour l'étude expérimentale de l'émotion. Nous avons trouvé 131 objets que nous avons soumis à la normalisation et à la validation dans un échantillon de 214 sujets sains. Ce travail a été réalisé à travers le *Self-Assessment Manikin*. Les résultats trouvés présentent la consistance d'études antérieures réalisées en 2D, permettant la création de *Bases de Données d'Images Affectives 3D*. De cette validation a résulté la construction de *Scénarios d'Induction Affective 3D*: scénario agréable, constitué par les objets plus pertinents et plus intenses; scénario neutre, constitué par les objets de pertinence intermédiaire et une moindre intensité; et, finalement, scénario désagréable constitué par les objets moins pertinents et plus intenses.

Dans la seconde étude, on a procuré tester si l'induction des émotions par la technologie 3D provoque des réponses émotionnelles de plus grande intensité comparativement à la technologie traditionnelle 2D. Pour cela, nous avons procédé au registre de mesures physiologiques périphériques et comportementales associées à la visualisation des trois *Scénarios d'Induction Affective*, avec deux moyens de visualisation (2D vs. 3D). Les résultats suggèrent que la visualisation 3D provoque des réponses émotionnelles de plus grande intensité.

La troisième étude a visé tester l'interférence de l'information émotionnelle dans le processeur neurocognitif, à travers l'analyse de *Potentiels Rapportés à des Évènements* obtenus dans le cadre d'un paradigme d'odd ball dans la modalité auditive, dans des paradigmes de double tâche. Les résultats montrent que l'induction des émotions par la technologie 3D réunit plus de recours attentionnels que l'équivalent en 2D, introduisant une plus grande interférence dans le processeur cognitif.

Enfin, dans la quatrième étude nous avons présenté des indicateurs de l'activité cérébrale par *Résonance Magnétique Fonctionnelle* provenant de l'exposition aux *Scénarios d'Induction Affective* dans les deux moyens de visualisation (2D vs. 3D). Les résultats démontrent que la visualisation 3D est en relation avec une plus grande activité du complexe amygdalien.

Avec ces travaux, nous avons conclu que l'utilisation de la technologie 3D dans la stimulation émotionnelle a du potentiel pour induire un plus grand loading émotionnel, manifesté dans certains indices physiologiques, neurophysiologiques et comportementaux.



## **Agradecimentos**

À Fundação BIAL

À Cooperativa de Ensino Superior Politécnico e Universitário

Ao Prof. Doutor António Almeida Dias

Ao Prof. Doutor Jorge Brandão Proença

À Prof. Doutora Maria Emília Areias

Ao Prof. Doutor João Marques Teixeira

À Mestre Sara Gama

À Mestre Joana Vieira

À Mestre Artemisa Dores

Ao Dr. Pedro Almeida

Ao Prof. Doutor Jorge Almeida Santos

Ao Eng. João Nuno Oliveira

À Dra. Elisabeth Carvalho

Aos colegas do Instituto Superior de Ciências da Saúde – Norte

Aos amigos da psicologia que contribuíram com reflexões para este trabalho

Um especial agradecimento ao Prof. Doutor Manuel Fernando Barbosa e ao Prof.

Doutor Jorge Manuel Amaral Silvério



## **Índice de Abreviaturas**

<b>μS</b>	μ Siemens
<b>μV</b>	μ Volts
<b>2D</b>	Bidimensional
<b>3D</b>	Tridimensional
<b>AED</b>	Actividade Electroodérmica
<b>AEE</b>	Actividade Eléctrica do Encéfalo
<b>AM</b>	Actividade Muscular
<b>BDIA 3D</b>	Base de Dados de Imagens Afectivas 3D
<b>BOLD</b>	Blood Oxygenation Level Dependent
<b>BPM</b>	Batimentos por Minuto
<b>CAVE</b>	Automatic Virtual Environment
<b>CEP</b>	Condutância Eléctrica da Pele
<b>CIA 3D</b>	Cenários de Indução Afectiva 3D
<b>cm</b>	Centímetros
<b>ECG</b>	Electrocardiografia
<b>EDG</b>	Electrodermografia
<b>EEG</b>	Electroencefalografia
<b>EMG</b>	Electromiografia

<b>EOG</b>	Electro-oculografia
<b>EPI</b>	Echo-Planar Imaging
<b>EVL</b>	Electronic Visualization Laboratory
<b>F</b>	Frontal
<b>FOV</b>	Campo de visão
<b>Fp</b>	Pré-frontal
<b>FPG</b>	Fotopletismografia
<b>FR</b>	Frequência Respiratória
<b>FWE</b>	Correcção Family-Wise Error
<b>GLM</b>	Modelo Linear Geral
<b>HMD</b>	Head-Mounted Display
<b>IAPS</b>	International Affective Pictures System
<b>ICA</b>	Análise de Componentes Independentes
<b>IMAX</b>	Image Maximum
<b>LCD</b>	Liquid Crystal Display
<b>LCS</b>	Liquid Crystal Shutter
<b>m</b>	Metros
<b>min.</b>	Minutos
<b>mm</b>	Milímetros
<b>MMN</b>	Potencial de Disparidade ou Mismatch Negativity
<b>MMSE</b>	Mini Mental State Examination

<b>ms</b>	Milissegundos
<b>O</b>	Occipital
<b>OL</b>	Onda Lenta
<b>P</b>	Parietal
<b>PRE</b>	Potenciais Relacionados com Eventos
<b>RA</b>	Realidade Aumentada
<b>RC</b>	Ritmo Cardíaco
<b>RMf</b>	Ressonância Magnética Funcional
<b>ROI</b>	Regiões de Interesse
<b>RSP</b>	Actividade Respiratória
<b>RV</b>	Realidade Virtual
<b>s</b>	Segundos
<b>SAM</b>	Self-Assessment Manikin
<b>SI 10-10</b>	Sistema Internacional 10-10
<b>SI 10-20</b>	Sistema Internacional 10-20
<b>SN</b>	Sistema Nervoso
<b>SNA</b>	Sistema Nervoso Autónomo
<b>SNC</b>	Sistema Nervoso Central
<b>SPM</b>	Statistical Parametric Mapping
<b>SPSS</b>	Statistical Package for the Social Science
<b>T</b>	Temporal

<b>T1</b>	Tempo de Relaxação Longitudinal
<b>T2</b>	Tempo de Relaxação Transversal
<b>TE</b>	Tempo de Eco
<b>TR</b>	Tempo de Reacção
<b>Tr</b>	Tempo de Repetição
<b>Z</b>	Linha Média
<b>ZPS</b>	Zero Parallax Setting

## Índice de Figuras

- Figura 1.** *Self-Assessment-Manikin*: Escala superior - Valência; Escala intermédia - Activação; e Escala inferior – Dominância, 58
- Figura 2.** Distribuição dos 957 diapositivos estandardizados do IAPS na população Norte-Americana), 59
- Figura 3.** Representação do SI 10-10, de acordo com a *Federação Internacional de Electroencefalografia*, 65
- Figura 4.** Tipos de paralaxe: a) Paralaxe zero (ZPS), b) Paralaxe negativa e c) Paralaxe Positiva, 85
- Figura 5.** Esquema explicativo da projecção estereoscópica activa, 88
- Figura 6.** Estímulos gerados por computador adquiridos na base de dados *3D Models on Turbo Squid*, 113
- Figura 7.** Protocolo de estimulação com os estímulos seleccionados da base de dados *3D Models on Turbo Squid* com vista à sua validação como material emocionógeno e aquisição de dados normativos, 115
- Figura 8.** Distribuição dos estímulos emocionógenos gerados por computador – BDIA 3D, em função das estimativas médias, no espaço afectivo bidimensional – valência \* intensidade, 118
- Figura 9.** Distribuição quadrática dos estímulos IAPS (vermelho) e BDIA 3D (preto), 119
- Figura 10.** CIA 3D – cenários de indução emocional para visualização 3D em dispositivos de projecção estereoscópica activa, 121

- Figura 11.** Protocolo de estimulação com os cenários do CIA 3D, visualizados em 3D via projecção estereoscópica activa, 122
- Figura 12.** Médias e Desvios Padrão para as avaliações de Valência (esquerda) e Intensidade (direita) dos dos cenários CIA 3D em dispositivos de projecção estereoscópica activa, 124
- Figura 13.** Protocolo de estimulação com os cenários do CIA 3D, visualizados em 2D e 3D através projecção estereoscópica activa, 135
- Figura 14.** Médias e Desvios Padrão para as avaliações de Valência dos cenários de indução afectiva (Agradável, Desagradável Neutra), em função do modo de visualização (2D vs. 3D), 136
- Figura 15.** Médias e Desvios Padrão para as avaliações de Intensidade dos cenários de indução afectiva, em função do modo de visualização 2D vs. 3D, 137
- Figura 16.** Média das Amplitudes de Pico da CEP (corrigida ao Nível Tónico), resultantes da visualização dos cenários de indução afectiva nas modalidades de visualização 2D vs. 3D, 138
- Figura 17.** Potenciais de grupo em Cz para as sete condições experimentais, 153
- Figura 18.** Potenciais de grupo em Pz para as sete condições experimentais, 153
- Figura 19.** Mapas topográficos dos factores espaciais correspondentes ao ponto de latência média de pico do componente P300 em cada uma das condições experimentais manipuladas, 154
- Figura 20.** Amplitudes de pico obtidas em Pz para as sete condições experimentais (Agradável-2D vs. 3D; Desagradável-2D vs. 3D; Neutro-2D vs. 3D; e simples/tarefa primária), 155
- Figura 21.** Subtracção das activações cerebrais decorrentes da visualização 3D e 2D, nas ROI para a condição emocional Neutra em função do modo de visualização, 169



- Figura 22.** Subtracção das activações cerebrais decorrentes da visualização 3D e 2D, nas ROI para a condição emocional Desagradável em função do modo de visualização, 170
- Figura 23.** Médias e Desvios Padrão para as avaliações de Valência dos CIA 3D em função do modo de visualização, pequeno vs. grande, 181
- Figura 24.** Médias e Desvios Padrão para as avaliações de Intensidade dos CIA 3D em função do modo de visualização, pequeno vs. grande, 182
- Figura 25.** Protocolo de estimulação com os cenários do CIA 3D, visualizados em duas modalidades de visualização (estático vs. animado) em 3D através projecção estereoscópica activa, 192
- Figura 26.** Médias e Desvios Padrão para as avaliações de Valência dos CIA 3D em função do modo de visualização, estático vs. animado, 194
- Figura 27.** Médias e Desvios Padrão para as avaliações de Intensidade dos CIA 3D em função do modo de visualização, estático vs. animado, 195
- Figura 28.** Média das Amplitudes de Pico da CEP (corrigida ao Nível Tónico), resultantes da visualização dos CIA 3D nos dois modos de visualização, estático vs. animado, 195

## **Índice de Quadros**

- Quadro 1.** Médias e Desvios Padrão para as avaliações de Valência e Intensidade de cada um dos estímulos da BDIA 3D, 117
- Quadro 2.** Médias e Desvios Padrão do RC (BPM) para os cenários de indução afectiva nos dois modos de visualização, 139
- Quadro 3.** Análise das ROI na condição emocional Neutra em função do modo de visualização, 169
- Quadro 4.** Análise das ROI para a condição emocional Desagradável em função do modo de visualização, 170
- Quadro 5.** Médias e Desvios Padrão da Amplitude de Pico da CEP (corrigida ao Nível Tónico), nas três condições emocionais, em função do modo de visualização em  $\mu S$ , 183
- Quadro 6.** Médias e Desvios Padrão do RC (BPM) nas três condições emocionais, em função do modo de visualização, 183
- Quadro 7.** Médias e Desvios Padrão do RC (BPM) para os cenários de indução afectiva nos dois modos de visualização, 196

## **ÍNDICE**

**Resumo, 4**

**Abstract, 6**

**Résumé, 8**

**Introdução, 24**

### **I**

**Enquadramento Teórico-Conceptual, 30**

**1. Evolução do Conceito de Emoção e da Abordagem Científica ao seu Estudo, 32**

**2. Bases Biopsicológicas do Processamento Emocional, 43**

**3. Modelo Teórico de Peter Lang, 50**

**4. Medidas das Respostas Emocionais, 55**

**4.1. A Indução das Respostas ou Estados Emocionais, 55**

**4.2. Mensuração das Respostas Subjectivas (vertente experiencial), 57**

**4.3. Respostas Fisiológicas Periféricas, 60**

**4.4. Respostas Neurofisiológicas, 63**

**4.4.1. Actividade Electroencefálica Espontânea no Estudo da Emoção, 69**

**4.4.2. Actividade Eléctrica Provocada no Estudo da Emoção, 70**

**4.4.3. O Componente P300 no Paradigma Bola-Rara Auditivo, 74**

**4.4.4. Neuroimagem por Ressonância Magnética Funcional, 76**

**5. Limitações Metodológicas dos Estudos das Respostas Emocionais, 78**

**5.1. Potencialidades da Realidade Virtual na Indução das Emoções, 79**

### **II**

**Estudos Empíricos, 106**

**Introdução aos estudos empíricos, 108**

**Estudo 1**

**Dados Normativos da Indução de Emoções em Ambientes de Realidade Virtual, 110**

**1. Introdução, 110**

**2. Fase I**

**2.1 Método, 112**

*2.1.1 Amostra, 112*

*2.1.2 Materiais, 112*

*2.1.3 Procedimentos, 114*

*2.1.4 Tratamento e Análise de Dados, 116*

**2.2 Resultados, 116**

**3. Fase II**

**3.1 Método, 120**

*3.1.1 Amostra, 120*

*3.1.2 Materiais, 120*

*3.1.3 Procedimentos, 122*

*3.1.4 Tratamento e Análise de Dados, 123*

**3.2 Resultados, 124**

**4. Discussão e conclusões sumárias do estudo, 125**

**Estudo 2**

**Efeitos da Tridimensionalidade na Indução das Emoções: Metodologias 2D vs. 3D, 128**

**1. Introdução, 129**

**2. Método, 132**

*2.1 Amostra, 132*

*2.2 Materiais, 133*

*2.3 Procedimentos, 134*

*2.4 Tratamento e Análise de Dados, 135*

**3. Resultados, 136**

**4. Discussão e conclusões sumárias do estudo, 140**

**Estudo 3**

**Interferência da Indução Afectiva 2D e 3D no Processamento Atencional: um  
Estudo com Potenciais Relacionados com Eventos, 142**

**1. Introdução, 143**

**2. Método, 147**

*2.1 Amostra, 147*

*2.2 Materiais, 148*

*2.3 Procedimentos, 148*

2.4 Aquisição de EEG, 150

2.5 Análise dos PRE, 151

2.6 Análise Estatística, 151

### **3. Resultados, 152**

#### **3.1 Resultados Comportamentais, 152**

3.1.1 Tempos de Reacção, 152

#### **3.2 Análise dos PRE, 152**

3.2.1 Amplitude de Pico do P300, 152

3.2.1.1 Efeito da Condição e do Eléctrodo, 152

3.2.1.2 Efeito do Modo de Visualização e da Valência Emocional, 154

3.2.2 Amplitude Média do P300, 155

3.2.2.1 Efeito da Condição e do Eléctrodo, 155

3.2.2.2 Efeito do Modo de Visualização e da Valência Emocional, 155

3.2.3 Latência de Pico do P300, 156

3.2.3.1 Efeito da Condição e do Eléctrodo, 156

3.2.3.2 Efeito do Modo de Visualização e da Valência Emocional, 156

### **4. Discussão e conclusões sumárias do estudo, 156**

## **Estudo 4**

**Activação do Complexo Amigdalino por Estímulos Indutores de Emoções  
apresentados em 2D e 3D, 162**

### **1. Introdução, 163**

### **2. Método, 165**

2.1 Amostra, 165

2.2 Materiais, 166

2.3 Procedimentos, 166

2.4 Aquisição de Dados de RMf, 167

2.5 Tratamento e Análise de Dados, 168

### **3. Resultados, 168**

### **4. Discussão e conclusões sumárias do estudo, 171**

## **Estudo Acessório 1**

### **Efeito do Tamanho de Visualização na Indução Experimental da Emoção, 174**

#### **1. Introdução, 175**

#### **2. Método, 177**

##### *2.1 Amostra, 177*

##### *2.2 Materiais, 177*

##### *2.3 Procedimentos, 179*

##### *2.4 Tratamento e Análise de Dados, 180*

#### **3. Resultados, 181**

#### **4. Discussão e conclusões sumárias do estudo, 184**

## **Estudo Acessório 2**

### **Manipulação da Animação em Ambientes de Realidade Virtual, 188**

#### **1. Introdução, 189**

#### **2. Método, 190**

##### *2.1 Amostra, 190*

##### *2.2 Materiais, 190*

##### *2.3 Procedimentos, 191*

##### *2.4 Tratamento e Análise de Dados, 193*

#### **4. Resultados, 193**

#### **5. Discussão e conclusões sumárias do estudo, 197**

## **III**

### **Discussão Geral e Conclusões Finais, 202**

### **Referências Bibliográficas, 218**

### **Anexos, 256**

#### **Anexo 1.** Exemplo de Consentimento Informado (Estudo 3), 258

#### **Anexo 2.** Imagens e dados normativos da BDIA 3D, 260

#### **Anexo 3.** Quadros acessórios do Estudo 4, 266

## **Introdução**

Ao longo das últimas décadas e, particularmente, nos anos mais recentes, numerosas investigações têm sido realizadas no âmbito da psicologia e da psicofisiologia das emoções. No entanto, os investigadores têm recorrido sistematicamente aos métodos tradicionais de indução das emoções, nomeadamente através da exposição dos participantes a slides de imagens de conteúdo potencialmente emocionógeno. Este método não tem providenciado esquemas satisfatórios para a compreensão deste fenómeno complexo, designadamente pela distância que existe entre as situações reais que produzem respostas emocionais e a indução dessas respostas “por slide”, em contexto laboratorial. De facto, apesar de convencionalmente utilizado, este método fornece uma experiência muito limitada da sensação de presença no contexto emocionógeno e favorece a passividade do sujeito, isto é, não confere a possibilidade ou, pelo menos, a sensação de que é possível a interacção com o estímulo ou o ambiente desencadeador da emoção.

Justifica-se, assim, a procura de estratégias metodológicas que possibilitem um maior envolvimento do sujeito nas tarefas experimentais, com o objectivo de aproximar o mais possível o ambiente laboratorial das condições reais.

Neste sentido, colocar os participantes em ambientes laboratoriais menos artificiais, ou seja mais aproximados da realidade e que lhes permitam um maior sentimento de presença na mesma, afigura-se-nos como um propósito metodológico importante, capaz de conduzir a investigação científica a conclusões mais sólidas e generalizáveis. Parece-nos, também, que a Realidade Virtual (RV) poderá providenciar uma boa solução para o propósito antes enunciado, dado que pode ser concebida como um conjunto de tecnologias computadorizadas que, quando combinadas, estabelecem uma relação com o mundo gerado por computador de tal maneira convincente que o utilizador considera que está realmente num ambiente tridimensional (Seabra & Santos, 2005; Silvério, Santos, & Silva, 2000).

Na verdade, já Riva, Mantovani e colaboradores (2007) referiam que os ambientes virtuais estabelecem um meio de comunicação afectiva e eficaz na indução de respostas emocionais, comportamentais e fisiológicas coerentes com o conteúdo do

ambiente recriado, constituindo-se, desse modo, como um bom método para avaliar as alterações dinâmicas dessas mesmas respostas em contexto experimental.

Nos anos mais recentes, as tecnologias de RV têm apresentado progressos inovadores e particularmente a tecnologia 3D tem-se tornado cada vez mais acessível, oferecendo-nos a possibilidade de visualizar estímulos de uma forma mais aproximada daquela que experimentamos no nosso dia-a-dia. Nos nossos dias, as aplicações de RV simulam os ambientes reais de forma muito convincente e, por conseguinte, favorecem a sensação de presença, imersão e interacção com os objectos apresentados.

De facto, Latta e Oberg (1994) referem que a RV simula ambientes reais, permitindo a sensação de se poder interagir com eles e de se estar fisicamente nesse espaço, aumentando por essa razão o valor ecológico do material-estímulo. Essas são características-chave que distinguem um ensaio em RV da simples experiência de ver um filme ou uma fotografia (Coelho, Silva, Santos, & Silvério, 2005; Wiederhold & Rizzo, 2005). Também Gorini (2009) explicou que as características de uma experiência de RV, em particular o elevado nível de controlo da interacção e o enriquecimento da experiência fornecida ao utilizador, transformam-na num sistema imaginativo experimental avançado, tão eficaz na indução de respostas emocionais, quanto a própria realidade.

Portanto, o recurso à estimulação por meio da RV pareceu-nos uma estratégia metodológica a considerar na condução da investigação científica das emoções e, sobretudo, capaz de nos conduzir a conclusões mais robustas, porquanto mais generalizáveis ao ambiente natural.

Procuramos, então, desenvolver um conjunto de estudos de âmbito metodológico que examinasse, por um lado, até que ponto a tecnologia de RV é compatível com a tecnologia necessária para a condução de investigação no domínio da neuropsicofisiologia das emoções e, por outro, em que medida a estimulação via ambientes de RV permite induzir respostas emocionais mais intensas, acrescentando validade ecológica e potencial generalizador à actuação científica neste domínio.

No entanto, e apesar de alguns autores terem já referido as numerosas vantagens dos sistemas de projecção e visualização virtuais (e.g., (Botella et al., 2007; Coelho et al., 2005; Cortés, 2008; Gorini et al., 2009; Gorini & Riva, 2008; Silvério et al., 2000).), está pouco claro e ainda menos medido de que forma os diversos factores envolvidos



influenciam a produção de respostas emocionais durante uma experiência de RV (Gorini et al., 2009).

Dando conta da lacuna acima explicitada, desenvolvemos a presente dissertação com o tema “Manipulação da emoção em ambiente de realidade virtual: validação metodológica”. Por conseguinte, debruçando-nos sobre os objectivos, objectos e variáveis em estudo, desde logo se percebe que o presente trabalho elege as questões inerentes à metodologia do estudo científico da emoção como objecto de investigação.

Com o recurso a tecnologia de RV operacionalizámos a substituição da passividade do participante perante a simples visualização de imagens de conteúdo afectivo, por um sentido de imersão, interacção e presença decorrentes da estimulação em ambientes virtuais, propriedades estas que caracterizam a RV e que permitam aproximar a resposta emocional do participante àquela que teria na realidade. O nosso objectivo prioritário consistiu em verificar se a estimulação emocionógena por tecnologia de RV fomenta a intensidade das respostas emocionais, quando comparada com a metodologia tradicional (bidimensional - 2D), utilizando para o efeito medidas fisiológicas, neurofisiológicas e comportamentais.

Nesse sentido, tratámos de desenvolver uma estratégia metodológica prototípica para o estudo neuropsicofisiológico da emoção em contextos de RV e, consecutivamente, comparar os resultados assim obtidos com os que decorrem da aplicação de metodologias tradicionais de manipulação das emoções, *i.e.*, exposição dos participantes a slides emocionógenos.

Com vista ao desenvolvimento de ambientes de RV para manipular emoções em contextos laboratoriais, seleccionámos um conjunto de estímulos gerados por computador, potencialmente emocionógenos, na base de dados *3D Models on TurboSquid*. O critério de selecção destes estímulos foi a semelhança de conteúdo, com aqueles que têm sido sistematicamente utilizados na metodologia tradicional para o estudo experimental da emoção. A título de exemplo, destacamos alguns dos conteúdos dos modelos 3D gerados por computador que foram seleccionados: dejectos, insectos, aranhas, figuras humanas eróticas, ratos, champanhe, flores, cobras, bolos, chocolates, cadáveres, talheres, copos, relógios, pistolas, mesas, cadeiras, entre muitos outros.

Acto contínuo, necessitámos de efectuar um estudo de normalização e validação de todos os objectos 3D pré-seleccionados, com vista à escolha daqueles que poderiam

ser incluídos em ambientes de RV para efeito de indução emocional e, finalmente, estudar a indução assim conseguida por comparação com a do método tradicional. Esse trabalho de normalização e validação foi conseguido através do *Self-Assessment Manikin* – SAM (Lang, 1980; Lang, Bradley, & Cuthbert, 2008).

Do estudo normativo foram escolhidos três conjuntos de estímulos que foram organizados em três ambientes de RV independentes, permitindo manipular a informação emocionógena segundo três valências emocionais (agradável vs neutra vs desagradável) e dois métodos de visualização (2D vs. 3D).

Tornou-se, então, possível através de um desenho experimental intra-sujeitos 3 (condições emocionais) x 2 (métodos) verificar se a metodologia 3D induz respostas emocionais mais intensas e se tal acontece quer para a valência agradável, quer para a desagradável. Portanto, manipulámos duas variáveis independentes: (1) valência emocional, com três condições - Agradável, Neutra e Desagradável; e (2) metodologia de visualização, com duas condições - 2D vs 3D.

Consideramos como variáveis dependentes as pontuações obtidas nas escalas do SAM, bem como medidas fisiológicas periféricas, medidas neurofisiológicas e de neuroimagemologia.

No que diz respeito às medidas fisiológicas periféricas, recorreremos ao Ritmo Cardíaco (RC) medido em batimentos por minuto (BPM) e à Actividade Electrodérmica (AED) medida através da condutância eléctrica da pele ( $\mu S$ ), uma vez que se constituem como índices psicofisiológicos tipicamente envolvidos na medição das respostas emocionais (Arangüena & Dorado, 2000; Barbosa, 2003; Castellar, 2000; Marques-Teixeira, 2001; Mercado-Romero, 2004; Monteiro, 2004).

Utilizámos ainda, medidas neurofisiológicas, nomeadamente a amplitude e latência da onda P300 dos Potenciais Relacionados com Eventos (PRE), com o objectivo de quantificar o grau de interferência dos estímulos emocionais, apresentados nas várias condições, no processamento cognitivo, designadamente na atenção selectiva, no pressuposto que uma maior interferência indicia um maior *loading* emocional.

Finalmente, apresentámos indicadores da activação cerebral (intensidade do sinal BOLD obtida por Ressonância Magnética Funcional - RMf) associada aos estímulos apresentados segundo as várias condições experimentais atrás enunciadas.

Adicionalmente, apresentamos dois estudos acessórios. No primeiro, manipulámos o *tamanho/área de projecção* (4.00\*6.00m, 0.66\*1.00m) dos estímulos emocionógenos em ambos os modos de visualização (2D e 3D). No segundo, manipulámos a *animação* dos estímulos emocionógenos (animados, estáticos) nos mesmos dois modos de visualização. Apesar de apresentados na parte final desta dissertação, estes trabalhos constituíram-se como estudos-piloto que possibilitaram a afinação dos procedimentos experimentais e orientaram as linhas gerais dos paradigmas aplicados nos estudos subsequentes.

Portanto, a nossa investigação implicou não só testar a possibilidade de conciliar os meios tecnológicos envolvidos na realidade virtual e no registo de dados neurofisiológicos, como desenvolver e validar novos paradigmas metodológicos para o estudo psicobiológico das emoções que desse conta dessas possibilidades-oportunidades tecnológicas. Podemos, agora, afirmar que a utilização de tecnologias de RV é compatível com a obtenção de sinais fisiológicos e neurofisiológicos, incluindo PRE, livres de artefactos e aprofundar metodologias que possibilitem a utilização da RV na investigação dos sistemas neuronais envolvidos no processamento da informação emocional ou em processos mentais por ela influenciados.

Com o desenvolvimento desta via metodológica, estaremos em condições de acrescentar um percurso inovador no domínio da neuropsicofisiologia das emoções.



# **I**

## **Enquadramento Teórico-Conceptual**





## **1. Evolução do Conceito de Emoção e da Abordagem Científica ao seu Estudo**

O ser humano tem-se questionado sobre a natureza da emoção desde os tempos mais remotos. São incontáveis os pensadores que dedicaram grande parte das suas vidas ao estudo da emoção. No entanto, o proveito de todo esse empenho tem-se revelado escasso e de difícil descrição em termos científicos. Segundo Fehr e Russell (1984), qualquer pessoa sabe o que é a emoção, até ao momento em que se lhe pede para a definir. Nesse momento surgem as dúvidas.

E, apesar da literatura especializada contemplar mais de uma centena de definições de emoção, nenhuma delas tem obtido a aceitação inequívoca e consensual deste fenómeno complexo.

O estudo da emoção teve a sua origem na introspecção filosófica e, portanto, foi alvo de imensa controvérsia. Na tradição clássica da antiguidade Grega, Platão (428-347 a.C.) desvalorizava a emoção. A razão, o pensamento e o apetite constituíam o papel central no conceito da alma tripartida e, por isso, a emoção não tinha qualquer posição de relevo. Antes pelo contrário, para ele a emoção impedia a racionalidade. Como veremos adiante, esta perspectiva prototípica não é inteiramente despropositada e já presumia uma certa forma de relação entre emoção e cognição. Já para Aristóteles (384-322 a.C.), a emoção era vista como uma das facetas mais interessantes da existência humana, considerando-a como resultado da combinação da vida cognitiva superior e da vida sensual inferior (Strongman, 1998). Aristóteles antecipa desta forma a estreita relação entre emoção e cognição que a ciência cognitiva actual reconhece. No entanto, as suas ideias não prevaleceram na tradição filosófica e científica ocidental.

Descartes (1596-1650), à semelhança de Aristóteles considerava a emoção essencialmente cognitiva e defendia que o corpo e a mente eram duas substâncias distintas: o corpo seria uma substância física extensa e a mente uma substância pensante e imaterial. A interacção entre essas duas substâncias ocorria através da glândula pineal, vista como a sede da alma. Considerava, assim, que a emoção era “uma paixão da alma” (Strongman, 1998).

No entanto, já à época, a solução cartesiana para a interacção entre mente e corpo foi considerada insatisfatória. Espinosa (1632-1677), por exemplo, já defendia

que a mente e o corpo não eram duas substâncias diferentes, mas sim dois atributos diferentes da mesma substância, a saber, Deus (Solomon, 1999).

Uma das influências mais duradouras sobre o conceito de emoção foi a de Charles Darwin que enfatizou os seus componentes genéticos. Darwin sugeriu que as expressões emocionais seriam produtos evolutivos de comportamentos previamente adaptativos e que persistiriam, ainda que já sem utilidade, numa forma moderada (Darwin, 1872).

Numa breve síntese, em *The Expression of the Emotions in Man and Animals* (1872), Darwin disse que os sistemas emocionais perduram e que há uma continuidade evolutiva que faz com que as nossas respostas emocionais (e.g., de medo) sejam similares às de outros animais e às de povos mais primitivos. Defende uma uniformidade das emoções a uma escala filogenética e considera que algumas das emoções são básicas e universais. Salienta ainda que os processos emocionais são adaptativos e caracterizados por vantagens evolutivas.

Para Darwin, as emoções seriam produtos da evolução filo-ontogenética, e desempenhavam um papel biologicamente plausível na regulação do comportamento. Ao apoiar a programação genética da emoção, sustentava o seu carácter vital e universal. Não obstante, nunca descartou a possibilidade de que a emoção sofresse modelagem através da aprendizagem. Na perspectiva do autor, seria precisamente este pressuposto que possibilitaria a evolução da emoção ao longo do tempo, uma vez que permitia o aumento da capacidade de adaptação do indivíduo ou da espécie às variações ambientais externas. Considerava ainda que a emoção desempenha um papel de extrema importância na comunicação intra-específica, amplificando a informação acerca do estado emocional do organismo (Palmero, 1996, 2003).

Desta forma, Darwin lançou a motivação inicial para o estudo das bases neurobiológicas da emoção. No entanto, os primeiros estudos científicos dos processos cerebrais envolvidos na emoção surgiram apenas a partir do fim do século XIX. Destacam-se os trabalhos de James-Lange (James, 1884) e, mais tarde, os trabalhos de Cannon-Bard (Cannon, 1927), Papez (1937), MacLean (1949), Schachter-Singer (1962), Lang (1980), Damásio (1994) e LeDoux (1996).

A consideração da emoção segundo as primeiras orientações tinha uma grande fundamentação no senso comum (Carlson & Hatfield, 1992). Concretamente, até 1884,



época em que William James publicou e defendeu a sua teoria da emoção, pensava-se que o processo da emoção teria início com a percepção de um estímulo, seguido da experimentação emocional consciente, culminando com a acção comportamental (E-S-R<sup>1</sup>). No entanto, James não se identificou com esta perspectiva da psicologia popular e apresentou uma hipótese verdadeiramente surpreendente sobre a natureza da emoção. Questionou-se acerca do que acontecia em primeiro lugar: a experiência emocional consciente ou a activação fisiológica? Para responder a esta questão, explicou que, durante um comportamento de fuga, ocorre, em simultâneo, um vasto conjunto de alterações fisiológicas, como: o aumento do ritmo cardíaco, a dilatação das pupilas, o acréscimo da sudção na palma das mãos e o aumento da tensão. Estas alterações fisiológicas seriam percebidas pelo cérebro e seria este feedback sensorial, o responsável pela experiência emocional consciente. Por contraposição ao que defendia o modelo tradicional, fundamentado pelo senso comum, seria impossível vivenciar uma experiência emocional consciente sem antes experimentar uma série de alterações fisiológicas, sendo estas específicas para cada emoção (LeDoux, 2000).

A teoria de James-Lange argumenta que a resposta emocional precede a experiência emocional consciente. A recepção de estímulos emocionais induz, em primeiro lugar, um conjunto específico de reacções fisiológicas e, consequentemente, a percepção subjectiva dessa activação, confere uma qualidade singular a cada emoção. Portanto, este modelo explicativo sugere que a emoção é alicerçada nas percepções da activação corporal e, por esse motivo, a teoria em que se baseia é considerada unidimensional, periférica e fisiológica (Castellar, 2000).

Em relação aos circuitos neuronais de processamento, acreditava-se que a percepção do estímulo activador seria primariamente integrada a nível do núcleo geniculado do tálamo e, rapidamente, enviada para a amígdala. Esta estrutura do sistema límbico seria responsável pela activação fisiológica periférica. Ulteriormente, a informação decorrente dessa activação, seria enviada ao neocórtice, finalizando assim o processamento da experiência emocional consciente. Como veremos adiante, estes dados são insuficientes.

Em síntese, a experiência da emoção não seria mais do que a percepção da activação fisiológica em resposta a um estímulo activador, constituindo-se, assim, como

---

<sup>1</sup>E - Estímulo; S - Sentimento; R - Resposta.

um modelo fisiológico, periferalista e de processamento em série (E-R-S). As alterações fisiológicas seriam cruciais na génese da experiência emocional (Friedman, 2010).

A teoria de James-Lange dominou a psicologia durante largos anos, configurando-se como uma das mais conhecidas teorias da emoção, quanto mais não fosse pela infindável controvérsia que gerou. Aceitamos parte das suas ideias, pois elas captaram o “mecanismo” essencial para a compreensão das emoções. Contudo, e apesar do esforço pioneiro do estudo científico da emoção, a teoria de James e Lange não consolidou esquemas satisfatórios para a compreensão deste fenómeno de elevada complexidade. Por exemplo, ficaram por esclarecer as circunstâncias através das quais se estabelece a diferenciação das emoções em função das subjacentes alterações corporais periféricas, ou ainda o facto de as reacções do Sistema Nervoso Autónomo (SNA) serem demasiado lentas para poderem preceder à manifestação das emoções, as quais já são sentidas no momento em que essas reacções ocorrem. Não menos importante foi o facto de ter atribuído pouca ou nenhuma importância ao processo de avaliação cognitiva das situações que provocam as emoções (Damásio, 1994).

Por estes motivos, Cannon e Bard rejeitaram a teoria James-Lange e apresentaram uma alternativa para a compreensão da emoção. Argumentaram que as reacções somáticas características das diferentes emoções são idênticas, logo não permitem a sua diferenciação (Cannon, 1929). Por conseguinte, a informação fisiológica não pode ser determinante para a experiência emocional.

De facto, evidências experimentais recentes mostram que indivíduos que não sentem as alterações fisiológicas periféricas (e.g., devido a seccionamento medular) não ficam impossibilitados de experimentar as manifestações conscientes da emoção. Esses indivíduos apresentam uma diminuição da emotividade, que é directamente proporcional ao grau e ao nível da localização da lesão. No entanto, não ficam incapacitados de experimentar a emoção (Damásio, 1994). Ainda neste contexto, Strongman (1998), refere que “não existe nenhum estudo que demonstre que a activação periférica seja uma condição necessária para um estado emocional” (p. 90).

Consequentemente, Cannon e Bard propuseram uma perspectiva alternativa na qual defendiam que a experiência emocional consciente está separada da percepção das alterações corporais. Os estímulos activadores da emoção teriam dois efeitos excitatórios independentes e paralelos, provocando em paralelo um conjunto de

respostas fisiológicas e a experiência emocional consciente (Cannon, 1929). No entanto, a teoria de Cannon-Bard sublinha que a emoção é fundamentalmente cognitiva, já que as reacções fisiológicas são as mesmas para emoções diferentes e, por conseguinte, não se pode distinguir uma emoção de outra baseando-se nas pistas fisiológicas. Visto considerar que o fenómeno emocional depende de dois processos paralelos, sem relação causal, é considerada uma teoria bidimensional, mas também centralista e cognitivista. Apesar da perspectiva de Cannon-Bard ter apresentado evidências experimentais convincentes para a época, os resultados empíricos actuais sugerem uma relação complexa e abrangente entre as alterações corporais que ocorrem durante os episódios emocionais e a actividade de diversos sistemas neuronais. As ideias de Cannon e Bard representam, ainda assim, um esboço prototípico da racionalidade actual sobre as emoções, a qual contempla, além da simultaneidade, uma interacção entre múltiplos sistemas fisiológicos e a componente cognitiva da emoção (Damásio, 1994). Não obstante, as ideias de Cannon e Bard não resistiram à generalização da corrente behaviorista, que dominou a psicologia até meados do século passado. Em 1930, Watson sugeriu que as emoções eram apenas respostas corporais a estímulos específicos (Schultz & Schultz, 2004).

Durante este domínio *behaviorista*, foram escassos os esforços direccionados a explicar a procedência das experiências emocionais conscientes, uma vez que o fenómeno da emoção não apresentava, na época, legitimidade para ser objecto de investigação científica (LeDoux, 2000).

Mais tarde, esta visão radical foi alterada devido à “revolução” cognitiva. Os cognitivistas empenharam-se no estudo dos processos mentais internos e não apenas nas simples respostas a estímulos ou na forma como as consequências modelam ou mantêm um comportamento. Quer isto dizer que o organismo humano responde primariamente às representações cognitivas sobre o meio, e não directamente ao meio (Gardner, 2003). Desta forma, a “revolução” cognitiva é marcada pelo reconhecimento da subjectividade e pela recuperação das questões relacionadas com a mente. É, pois, nesta altura que a experiência cognitiva consciente volta a tornar-se objecto de estudo científico da emoção e se revitaliza o tema da procedência das experiências emocionais conscientes.

Neste quadro, a Teoria dos Dois Factores de Schachter-Singer defende que as emoções são determinadas pela interacção conjunta de um tipo não especificado de

activação fisiológica e pela avaliação e interpretação cognitiva da situação. De acordo com esta teoria, a experiência de uma emoção implicaria duas premissas: (a) a necessidade de se estar fisiologicamente activado e, (b) a necessidade de codificar cognitivamente essa activação. Schachter e Singer sugeriram que, pelo menos sob determinadas circunstâncias, as experiências emocionais resultariam da função conjunta da activação fisiológica e da etiquetagem cognitiva dessa activação. Para estes autores, o feedback proveniente da activação fisiológica é o indicador de que algo de significativo está a acontecer e, uma vez detectada essa activação, passamos a estar motivados para avaliar as circunstâncias em que ela ocorre. Na base da avaliação cognitiva da situação classificamos a activação física e é precisamente esta classificação que determina as emoções que sentimos (LeDoux, 2000).

A teoria de Schachter-Singer argumenta que um estado emocional é, então, o resultado da interacção entre a actividade fisiológica e a avaliação cognitiva da situação. O grau de activação fisiológica determina a intensidade da emoção, mas não o seu atributo. A qualidade da emoção experimentada é determinada pela avaliação cognitiva da situação. Esta visão do fenómeno emocional esclarece, em parte, a forma como lidamos com as reacções emocionais e sublinha a importância da componente cognitiva na determinação dos estados emocionais, mas não explica a procedência das emoções. Contudo, o mérito deste contributo é actualmente reconhecido pelo interesse crescente do estudo das relações entre a cognição e a emoção (Damásio, 1994, 2000, 2003; LeDoux, 2000).

As ideias de Schachter e Singer contribuíram ainda para a revitalização da dicotomia clássica sobre a importância da componente fisiológica ou da cognição na determinação da resposta emocional que, actualmente, é abordada de uma forma mais flexível e integradora (LeDoux, 2000).

Na realidade, a investigação recente no âmbito das emoções é tão extensa e diversa como a própria vida emocional (Verchili, 1999). Com efeito, o conceito de emoção não pode ser uma etiqueta demasiado simples, uma vez que contempla fenómenos experienciais, biológicos, comportamentais e sócio-evolutivos (Cacioppo & Gardner, 1999).

De facto, qualquer acontecimento que ocorra nas nossas vidas tem a potencialidade de desencadear uma emoção que se manifesta em alterações corporais

tanto externas (expressão facial, comportamentos motores directamente observáveis, etc.) como internas (alterações fisiológicas, neuronais, hormonais, etc.). Deste modo, podemos dizer que as emoções constituem um elemento essencial de existência humana, exercendo uma poderosa influência no comportamento das pessoas e possibilitando a sua adaptação ao meio (Damásio, 2000; Karli, 1995; Lang, 1995; LeDoux, 2000; Moltó et al., 1999).

Actualmente, são muitos os investigadores (e.g., Bradley & Lang, 2000; Lang, Simons, & Balaban, 1997; Öhman & Birbaumer, 1993) que aceitam a definição proposta por Peter Lang, na qual se considera que a emoção é detentora de uma natureza tripartida (Lang, 1979). Este autor concebe as emoções como dispositivos para a acção, resultantes da activação de determinados circuitos cerebrais perante a existência de estímulos significativos para o organismo e que se manifestam através de três sistemas de resposta relativamente independentes: (1) sistema fisiológico - corresponde a alterações em diversos sistemas orgânicos, produzindo sensações como aceleração do ritmo cardíaco, tremores ou sudção; (2) sistema comportamental expressivo - corresponde a alterações na actividade motora e na expressão corporal, como alteração da expressão facial ou do tom de voz; (3) sistema cognitivo ou experiencial subjectivo - corresponde aos aspectos vivenciais da experiência emocional (Lang, 1968, 1993, 1995).

Consequentemente, como propõem Öhman e Birbaumer (1993), a emoção não pode ser entendida com rigor sem que se efectue o estudo aprofundado de todas as suas manifestações: auto-relatos para acesso aos conteúdos vivenciais, observação do comportamento externo e captação das respostas fisiológicas. A consideração isolada de qualquer um destes componentes constitui-se como uma abordagem parcial e imperfeita do fenómeno emocional (Lang, 1968).

Portanto, o estudo científico das emoções apresenta grande complexidade, uma vez que o fenómeno emocional inclui uma experiência subjectiva, interna, privada e não acessível aos critérios de verificação objectiva e à inter-subjectividade típicos do conhecimento científico (Castellar, 2000). Assim, apesar da emoção ser um dos fenómenos mais essenciais da existência humana, tem-se mostrado extremamente difícil de descrever em termos científicos e a sua avaliação está muitas vezes limitada à utilização de técnicas baseadas no auto-relato de respostas vivenciais e

comportamentais por parte do sujeito. Para além disso, embora as emoções contemplem correspondências comportamentais, cognitivas e fisiológicas, são sobretudo descritas pelas etiquetas que lhes são atribuídas em termos de experiência consciente (Matthews, Zeidner, & Roberts, 2002).

Ao basear-se apenas em auto-relatos, parte substancial dos estudos da emoção tem sido, previsivelmente, caracterizada pela escassez de rigor, limitando-se a proporcionar informação indirecta sobre o estado funcional das estruturas cerebrais relacionadas com a emoção, bem como sobre as respectivas manifestações fisiológicas.

Nos nossos dias, os modelos teóricos e estudos experimentais que têm vindo a alterar esta actuação de modo consistente são múltiplos. Particularmente relevantes, encontramos os trabalhos realizados por Damásio (1994, 2000, 2003) e por LeDoux (1996, 2000). Estes autores mostraram de forma clara o papel central que a emoção desempenha em múltiplos aspectos da regulação do comportamento e a importância de uma abordagem experimental não introspectiva ao seu estudo. Desta forma, além das dimensões de apreciação subjectiva, propõem que a emoção seja directamente investigada na sua relação com alterações comportamentais e sistemas cerebrais específicos, designadamente com mecanismos de processamento de informação para auto-regulação, entre muitos outros.

Das perspectivas atrás sumariadas resultaram, assim, inúmeras e variadas concepções da emoção, desde uma propriedade cognitiva complexa (Lazarus, 1991; Ortony, Clore, & Collins, 1988) a um processo dinâmico intimamente relacionado com a fisiologia dos organismos (Damásio, 1994; Panksepp, 1998). Da diversidade de concepções resulta, também, a existência de múltiplas definições de emoção (Morgado, 2006). Existe, no entanto, um crescente consenso acerca das três vertentes atrás enunciadas como sendo essenciais para a compreensão e investigação do fenómeno emocional (Scherer, 2001).

Nos últimos anos, o interesse pelo estudo da emoção aumentou de forma significativa, devido ao desenvolvimento de uma série de estudos que aprofundaram a avaliação dos diferentes sistemas da resposta emocional (Lang, Bradley, & Cuthbert, 1999; Tranel, 2000), nomeadamente dos substratos neurofisiológicos da emoção (LeDoux, 1996; Panksepp, 1998), e da sua influência sobre distintos processos cognitivos, tais como os mnésicos (Ochsner & Schacter, 2000), atencionais (Lang,

Bradley, & Cuthbert, 1997), da tomada de decisão (Damásio, 1994), da consolidação de estilos afectivos (Davidson, Putnam, & Larson, 2000), bem como o importante papel que tais sistemas desempenham em várias perturbações psicopatológicas, como a esquizofrenia (Kohler, Bilker, Hagendoorn, Gur, & Gur, 2000), ou nos processos de adicção (Bechara, Tranel, & Damásio 2000).

A título de exemplo sobre a interferência da emoção noutros processos mentais, um dos trabalhos mais valiosos de Damásio – o livro *O Erro de Descartes* (1994) - resultou do estudo de sujeitos claramente racionais na forma como geriam as suas vidas até que, em resultado de danos neurológicos em regiões específicas do cérebro, perderam a capacidade de tomar decisões racionais e, simultaneamente, perderam a capacidade de processamento emocional normal. Estas observações sugerem que uma redução da emoção é, pelo menos, tão prejudicial para a racionalidade quanto a emoção excessiva e indicam que os processos de raciocínio e tomada de decisão humana são em grande medida sustentados por processos emocionais (Damásio, 2000).

Actualmente, as neurociências afectivas reconhecem que a emoção e a cognição constituem um sistema que coordena e direcciona o planeamento da acção e assume um papel fulcral na tomada de decisão (Damásio, 2010; LeDoux, 2000).

Não obstante a evolução conceptual e empírica no estudo da emoção, por vezes esta mesma, os sentimentos e a afectividade continuam a apresentar-se como sendo conceitos indiferenciados. Na verdade, estes conceitos são claramente distintos, apesar de todos eles abarcarem a emoção.

Torna-se, assim, pertinente definir cada um destes conceitos no âmbito das neurociências afectivas enquanto domínio de maior actualidade na abordagem científica aos fenómenos emocionais. Para este domínio científico, as emoções são um conjunto complexo de respostas fisiológicas e comportamentais, geralmente de curta duração, que surgem perante certos eventos internos ou externos e que dependem da activação de determinados sistemas cerebrais (Damásio, 2000). Esse conjunto complexo de respostas são essenciais para a sobrevivência do organismo em determinadas situações, dado que são indispensáveis para o reconhecimento da experiência emocional, de forma a poder actuar em consequência (Damásio, 2003) e determinam comportamentos de aproximação ou afastamento (Lang, 1979; LeDoux, 1996).

De forma divergente, o conceito de sentimento interliga-se ao de estado de ânimo, considerando-se as emoções na sua relação com o humor, pelo que os sentimentos permanecem durante longos períodos de tempo (horas, dias, meses) na ausência de estímulos externos (Damásio, 2003). Recentemente, Damásio refere que o sentimento não é mais do que a percepção composta, constituída pelos sistemas cerebrais, das alterações corporais. Os sentimentos não são predisposições para a acção, mas sim imagens ou representações das acções em mapas cerebrais. Os sentimentos são sobretudo percepções daquilo que o nosso corpo faz durante a emoção (Damásio, 2010).

Por último, a afectividade é considerada como sendo um produto da interacção com um contexto social específico e implica o estabelecimento de uma relação com outra pessoa ou com um objecto (Iglesias de Jesús, 2003). Para que determinada situação ou evento possa gerar uma resposta afectiva, é necessário que se efectue uma avaliação do significado da situação, sendo que este processo não é necessariamente consciente (LeDoux, 2000). Na realidade, isto implica que a investigação da afectividade e, em termos gerais, do fenómeno emocional em contexto laboratorial seja influenciada pela avaliação situacional, que é sempre relativamente artificial.

Voltando à emoção, para Damásio (2000) a sua produção implica várias etapas: (1) indução da emoção (percepção e avaliação de um estímulo com significado); (2) geração de um conjunto de alterações corporais e cerebrais; (3) padrões neuronais que representem as alterações orgânicas; (4) sensação dos padrões neuronais na forma de imagens (sentimentos); e finalmente, (5) sentir o sentimento emocional (que é sempre um processo consciente).

Neste sentido, e em conformidade com Sanz-Martin, Parra, Padilla e Diaz (2008) podemos identificar não três, mas sim quatro elementos fundamentais na concepção da emoção. Às vertentes fisiológica, comportamental-expressiva e experiencial-subjectiva, soma-se a perceptiva.

O elemento perceptivo diz respeito à capacidade de reconhecimento das emoções (no próprio ou nos outros) e inclui, entre outras coisas, a discriminação das expressões emocionais faciais, gestuais e posturais e, ainda, as expressões prosódicas e verbais. O elemento perceptivo das emoções apresenta, deste modo, um papel importante no funcionamento interpessoal do indivíduo e na regulação do comportamento social.



Por seu lado, e como já se explicou, a expressão comportamental relaciona-se com as modificações na actividade motora e na expressão corporal, tais como, por exemplo, as alterações da expressão facial ou do tom de voz.

Já as respostas fisiológicas, recorde-se, correspondem a mudanças em diversos sistemas orgânicos que acompanham a experiência emocional. Recorde-se igualmente que as modificações podem ser periféricas (alterações do ritmo cardíaco, da pressão arterial, da frequência respiratória, do tamanho da pupila ou sudação) ou centrais (alterações electroencefálicas ou no metabolismo cerebral).

Por fim, temos a experiência subjectiva que, como se disse, corresponde aos aspectos vivenciais e experienciais do “sentir” emocional.

Esta fragmentação dos elementos fundamentais da emoção permitiu, em certos casos, uma abordagem modular mais controlada, mas também mais reducionista do fenómeno emocional. Portanto, em qualquer tentativa inovadora que objective o estudo científico da emoção ter-se-á muito a ganhar se forem considerados todos estes elementos (Lang, 1995; Öhman & Birbaumer, 1993).

Como se pode constatar, a emoção é um tema estudado sob numerosas perspectivas, umas convergentes outras inerentemente contraditórias. Na tradição contemporânea, desde a tese evolutiva de Darwin, passando pela perspectiva fisiológica Jamesiana e pelas concepções cognitivistas, até à perspectiva das modernas neurociências afectivas, há linhas comuns e pontos de divergência. No entanto, independentemente da perspectiva, começou por predominar essencialmente uma visão funcional e modular da emoção, controlada por sistemas cerebrais relativamente discretos, modelados pela evolução, de modo a permitir lidar com desafios adaptativos em ambientes eventualmente hostis e em permanente mutação. É também aceite uma relação entre esses sistemas cerebrais e o processamento (consciente ou subconsciente) de informação a nível cognitivo, onde os “mecanismos” de apreciação emocional produzem estados emocionais (Morgado, 2006).

Esta perspectiva da emoção foi suportada nos estudos realizados para a identificação de dimensões de caracterização emocional, independentes de “raça” ou cultura, bem como pelas características neuroanatômicas que indicam uma continuidade evolutiva dos sistemas cerebrais relacionados com a emoção, tal como propôs Darwin (Darwin, 1872).

Contudo, à medida que mais investigação é feita sobre os fenómenos emocionais, mais esta visão exclusivamente funcional e modular se vai complexificando. De facto, os progressos significativos que têm ocorrido no estudo dos fenómenos emocionais indicam que a emoção não é uma propriedade de sistemas cerebrais específicos, bem delimitados (Panksepp, 1998). Até a noção de sistema límbico como sede primária de regulação das emoções já foi, há longo tempo, questionada por alguns investigadores (LeDoux, 1996), sendo agora considerada problemática devido ao carácter multifacetado dos fenómenos emocionais (Matthews et al., 2002). Em contrapartida, surge uma visão das emoções como fenómenos contínuos e dinâmicos (Lewis & Granic, 2000; Scherer, 2001), resultantes da actividade conjunta de múltiplos processos, estruturados a diferentes níveis de organização e com continuidade filogenética (Panksepp, 1998), responsáveis pela manutenção da viabilidade dos organismos em ambientes dinâmicos, incertos, limitados em recursos, eventualmente hostis (Frijda, 1986; Oatley & Jenkins, 1996; Simon, 1967) e que são um suporte essencial à actividade cognitiva desses organismos, nomeadamente ao raciocínio e tomada de decisão (Morgado, 2006).

De forma sucinta, as emoções são dispositivos naturais para avaliar o ambiente que nos envolve, permitindo-nos (re)agir de forma adaptativa (Damásio, 2003). Compreende-se e justifica-se, assim, o crescente interesse na compreensão dos fenómenos emocionais.

## **2. Bases Biopsicológicas do Processamento Emocional**

Actualmente é possível estudar as emoções da mesma forma que se estudam outros processos cognitivos. Entre outras medidas quantificáveis, podemos analisar a forma como o cérebro processa os estímulos emocionógenos para produzir uma resposta emocional, ultrapassando os relatos subjectivos.

Apesar de muitas vezes apresentarmos uma certa tendência para a acomodação decorrente das rotinas quotidianas, estamos programados para mudar e para deixar que o ambiente envolvente exerça modelagem no nosso cérebro – é por essa via que ocorre a aprendizagem.

Alguns eventos, especialmente os bons ou os maus, podem deixar uma “marca” no cérebro, nomeadamente ao alterar a sua estrutura ou o seu funcionamento e ao estabelecer um percurso neuronal que pode influenciar o comportamento futuro de modo decisivo. Por conseguinte, o nosso cérebro é um sistema dinâmico que interage com o ambiente envolvente e que se modifica constantemente em função da estimulação decorrente da experiência (Davidson, 2004).

Como já se referiu, são muitas as dificuldades para estudar a emoção a nível experimental e, mesmo no campo estrito das neurociências, as tentativas para identificar circuitos cerebrais envolvidos na ocorrência e regulação das respostas emocionais são por vezes consideradas uma perda de tempo, uma vez que a informação que alcança uma região cerebral pode acabar por influenciar muitas outras. Como se sabe, o Sistema Nervoso (SN) é constituído por milhões de neurónios, com axónios que se ramificam de modo a originar sinapses em quantidade muito superior ao seu próprio número, e possuindo múltiplas dendrites, que recebem milhares de contactos sinápticos de muitos outros neurónios (LeDoux, 2000). Perante tamanha complexidade, muitos neurocientistas recorrem a modelos de experimentação animal com o propósito de desvendar os circuitos envolvidos em vários fenómenos da vida mental, incluindo no processamento da informação emocional, apesar deste tipo de metodologia apresentar algumas inconveniências, dado que as homologias com o ser humano são difíceis de estabelecer atendendo à componente subjectiva que lhes é inerente.

A este respeito, LeDoux, em 1996, colocou um grupo de ratos numa gaiola com pavimento electrificado e apresentou-lhes um estímulo auditivo. Verificou que os ratos apresentavam uma resposta de orientação na direcção do som. Posteriormente, associou o som a um leve choque eléctrico e repetiu este procedimento várias vezes. Na sequência dessa associação, os ratos apresentaram uma resposta de sobressalto e concomitante a um reflexo de defesa, i.e., ficando imobilizados e manifestando um aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial. Finalmente, LeDoux apresentou o estímulo auditivo isoladamente e verificou que os ratos tinham adquirido uma resposta de medo condicionado.

Nada de surpreendente até este ponto, mas LeDoux não ficou por aqui. Recorrendo ao método lesional, repetiu estes procedimentos em ratos manipulados com

lesão do córtice auditivo e verificou que continuavam a revelar capacidade para desenvolver o medo condicionado, uma vez que apresentavam a resposta de sobressalto decorrente do condicionamento. A lesão no córtice auditivo tinha abolido a capacidade de discriminação sofisticada de sons, mas não impedia o condicionamento da resposta de medo. Resolveu então repetir os procedimentos em ratos manipulados com lesão do tálamo geniculado. Nesta condição, verificou que os ratos não acusavam a capacidade para desenvolver o medo condicionado. Finalmente, preparou um grupo de ratos com lesão bilateral do complexo amigdalino<sup>2</sup> e verificou que os ratos também não apresentavam a resposta de sobressalto decorrente do condicionamento. O autor conclui que a percepção externa que se converte em sensação no tálamo geniculado é enviada para o complexo amigdalino, que processa os estímulos auditivos ou visuais antes que sejam enviadas para o córtice (LeDoux, 1990), e veio a localizar, depois, o núcleo lateral do complexo amigdalino como o ponto crucial para a aprendizagem da resposta de medo condicionado.

Hoje sabe-se que as redes neuronais subjacentes à emoção incluem conexões directas com as dos dois sistemas motivacionais primários – defensivo ou aversivo e apetitivo ou de aproximação - que estão implicados na mediação dos comportamentos essenciais para a sobrevivência dos indivíduos. O sistema aversivo é activado por estímulos ameaçadores, produzindo comportamentos de imobilização, evitamento, fuga e defesa. O complexo amigdalino participa activamente na estimulação do sistema aversivo e é responsável pela reacção rápida do organismo, preparando-o para a acção (LeDoux, 2000). A substância cinzenta periaquedutal colabora nessa preparação, dado que, ao libertar endorfinas, diminui automaticamente a percepção da dor, permitindo a progressão da fuga mesmo que exista um golpe grave (Damásio, 2010).

Por sua vez, o núcleo accumbens desempenha um papel importante no sistema de aproximação (Adolphs, 1999).

---

<sup>2</sup>Estrutura cerebral pertencente ao sistema límbico, que se encontra localizada na porção anteromedial do cérebro em contacto com a face interna dos lobos temporais, com a face interna do lobo frontal e com áreas envolventes como os gânglios da base. Tem a forma de uma amêndoa e apesar do seu pequeno tamanho encontra-se dividida em pelo menos 12 subdivisões que podem ser diferenciadas de acordo com a sua arquitectura celular, ligações aferentes e eferentes e conteúdo neurotransmissor. A principal zona de recepção de estímulos por parte da amígdala encontra-se no complexo basolateral. Este complexo é constituído por três núcleos: núcleo lateral, núcleo basal e núcleo basal acessório (Shiromani, Keane, & LeDoux, 2009).

O sistema aversivo é, sem dúvida, o melhor estudado. Diversos estudos apontam para a sua existência, baseando-se na evidência de mecanismos neuronais especializados no processamento urgente da informação potencialmente ameaçadora. O complexo amigdalino é a estrutura chave deste processamento rápido e funciona como uma espécie de “detector do medo” (LeDoux, 2000).

A extensa investigação neurocientífica das emoções tem confirmado de forma sistemática a existência de uma via rápida para a transmissão da informação sensorial que conecta directamente os núcleos do tálamo com o complexo amigdalino, evitando o retardamento decorrente da participação do córtice. Esta via de processamento urgente permite extrair a informação global e suficiente sobre a situação, possibilitando uma reacção rápida do indivíduo perante uma potencial ameaça ou perigo, garantindo maiores possibilidades de sobrevivência (LeDoux, 2000).

Relembre-se que para determinado evento gerar uma emoção é necessário que se efectue uma avaliação do seu significado, mas este processo não é necessariamente consciente (LeDoux, 2000). Pelo contrário, em situações de risco eminente importa que seja efectuado num registo rápido e o menos intelectualizado possível. Este “mecanismo” explica, pelo menos em parte, muitas das formas de condicionamento (Lang, Davis, & Öhman, 2000; Shiromani et al., 2009).

Recentemente, alguns modelos da teoria dos processos duplos têm vindo a propor a existência de dois “mecanismos” de processamento distintos (Evans & Frankish, 2009). Um desses “mecanismos” é inconsciente, automático, reflexo e directamente relacionado com a situação-estímulo, sendo controlado por processos fundamentalmente subcorticais. Processa a informação de forma rápida e muito primitiva e é independente da memória operativa. O outro “mecanismo” de processamento envolve estruturas corticais por sobreposição às anteriores e assenta em processos mentais conscientes. O processamento da informação é relativamente mais lento, embora muito mais sofisticado.

Com efeito, toda a informação sensorial que acede ao encéfalo, contenha ou não informação emocional, passa inicialmente pelos núcleos sensoriais do tálamo, antes de ser projectada em áreas corticais - só as aferências olfactivas constituem uma excepção parcial (Barbosa, 2003). Uma vez chegada ao tálamo, a informação sensorial segue duas

vias diferentes em processamento complementar e paralelo (LeDoux, 1996). A propósito da primeira dessas vias, de primordial importância no caso das emoções básicas, LeDoux (cit. in Barbosa, 2003) refere que:

A via mais rápida liga os núcleos sensoriais do tálamo directamente ao núcleo lateral do complexo amigdalino. Esta via tálamo-amigdalina, filogeneticamente mais primitiva, permite que parte da informação do estímulo, certamente muito menos elaborada e sem a informação perceptiva, alcance o complexo amigdalino mais rapidamente, assumindo grande importância para a sobrevivência do indivíduo. É desta operação que resulta uma estimativa “a grosso” do potencial prejuízo ou benefício de uma determinada situação para o indivíduo. Quando tal acontece, as disposições inatas do complexo amigdalino são automaticamente activadas, pondo rapidamente em marcha diversos sistemas de resposta que preparam o organismo para enfrentar a situação-estímulo que lhe deu origem. Tais sistemas possibilitam que o cérebro inicie imediatamente as reacções comportamentais adequadas a estímulos potencialmente importantes, como aqueles que podem causar dano ao indivíduo (Barbosa, 2003, p. 316-317).

As respostas motoras e autonómicas subjacentes à actividade do complexo amigdalino são moduladas respectivamente pela substância cinzenta periaqueductal e pelo hipotálamo, no sentido de permitir a adaptação necessária para enfrentar um evento ameaçador. No entanto, o complexo amigdalino não é apenas responsável pelas respostas motoras e autonómicas e desempenha um papel importante no alocamento de recursos atencionais ao processamento dos estímulos emocionógenos, pois estabelece conexões com as áreas corticais adequadas ao seu processamento (Adolphs, 1999; LeDoux, 2000). Na verdade, o complexo amigdalino está envolvido na modulação atencional ao estabelecer projecções directas para áreas corticais sensoriais, bem como para os sectores do córtice pré-frontal implicados na atenção (Bechara, Damásio, & Damásio, 2000; Kolb & Whishaw, 2003; Shiromani et al., 2009).

De facto, estudos recentes (Milham, Banich, Claus, & Cohen, 2003; Sarter, Givens, & Bruno, 2001) sublinham a implicação do córtice pré-frontal no controlo atencional. Concretamente, referem que o córtice pré-frontal tem capacidade para modular a activação das áreas sensoriais corticais quando se apresenta um estímulo

relevante. Esta rede é ainda activada perante tarefas novas que requerem maior recurso atencional (Mercado-Romero, 2004). Aliás, a incapacidade de focalização atencional parece ter origem na disfunção destes circuitos cerebrais anteriores e, segundo o modelo de Mayberg, com expressão na conexão entre o córtice pré-frontal dorsolateral e o cíngulo anterior (Cummings, 1993; Cummings & Miller, 2007).

Entretanto, para além da via tálamo-amigdalina, a outra via através da qual a informação emocional alcança o complexo amigdalino também se encontra claramente identificada nas pesquisas de LeDoux (1996). É uma via tálamo-córtico-amigdalina, mais lenta, que atravessa as áreas sensoriais e associativas do córtice cerebral. A informação sensorial chega ao tálamo e de lá, através da via lemniscal, é projectada no córtice sensorial primário correspondente, permitindo a análise sofisticada e detalhada das características mais complexas da situação-estímulo (Barbosa, 2003).

Neste sentido, o complexo amigdalino, fazendo parte integrante de uma rede alargada de estruturas cerebrais que processam informação emocional, desempenha uma função crítica nos circuitos neurofisiológicos que subjazem à conduta emocional e ao comportamento motivado. De acordo com LeDoux (cit. in Barbosa, 2003, p. 314), “a sua função consiste em atribuir o significado emocional aos estímulos ambientais, qualquer que seja a modalidade sensorial em que esses estímulos se apresentam ao cérebro” e “para atribuir um valor afectivo-emocional aos estímulos, ou seja, para que o cérebro possa “decidir” se a situação-estímulo é nociva ou vantajosa, o complexo amigdalino recorre a informação com uma dupla origem” (id., p. 320).

No entanto, apesar do complexo amigdalino estar inequivocamente envolvido na génese das emoções que, como já se disse, configuram predisposições para a acção resultantes da activação de determinados circuitos cerebrais perante a existência de estímulos significativos para o organismo (Lang, 1995), as emoções não são exclusivas deste complexo. Na verdade, existem muitas outras estruturas e circuitos neuronais envolvidos na génese e na regulação das emoções. As projecções directas do complexo amigdalino a várias zonas do córtice permitem tomar consciência sobre o que de relevante está a acontecer e marca a pertinência da informação afectivo-emocional no processamento consciente da informação. Desta forma, os processos de elaboração cognitiva e de tomada de decisões passam a estar activamente concentrados nas

representações associadas à informação afectivo-emocional, tentando antecipar o que deve ser feito e o que pode acontecer.

Deste modo, as emoções são essenciais para o bom funcionamento dos processos mentais de base cortical, nomeadamente para a cognição. Por exemplo, Damásio (1994) considera que as nossas experiências emocionais participam activamente nos processos de tomada de decisão. Para LeDoux (1990) e Damásio (1994), emoção e cognição não são consideradas fenómenos separados mas interactivos e são mediados por sistemas cerebrais distintos mas complementares.

Na verdade, em consequência de danos em regiões cerebrais específicas, o indivíduo pode perder a capacidade de avaliar o significado emocional de certos estímulos, sem apresentar qualquer prejuízo na capacidade de apreensão perceptiva dos mesmos. Portanto, a representação perceptiva de um objecto e a avaliação do significado emocional dependem de processamentos relativamente independentes. Concretamente, a diferente velocidade de processamento dos dois circuitos faz com que a avaliação do significado emocional de determinado estímulo comece muito antes do encerramento dos processos de representação perceptiva. Assim, o significado emocional de um estímulo pode começar a ser avaliado pelo cérebro antes que os sistemas perceptivos tenham processado completamente o estímulo (LeDoux, 2000).

O nosso cérebro pode, assim, codificar se alguma coisa é boa ou má e preparar uma acção, antes de saber com exactidão o que é essa coisa. Logo, a emoção é uma ajuda navegacional que nos ajuda a obter mais rapidamente a decisão correcta (Damásio, 2003). Aliás, qualquer tomada de decisão pode evocar estados emocionais e é comumente acompanhada por algum tipo de emoção, positiva ou negativa. De facto, actualmente é inegável uma relação interactiva e complementar entre emoção e cognição (Damásio, 2010).

Se por um lado, as actividades cognitivas podem evocar estados emocionais, o contrário também se verifica, pois as conexões límbico-corticais permitem que as informações afectivo-emocionais suscitem e “colorem” as actividades cognitivas (Barbosa, 2003).



### **3. Modelo Teórico de Peter Lang**

A abordagem teórica e experimental de Lang (1995), conhecida como Modelo Bio-Informacional das Emoções, teve uma grande importância na investigação psicofisiológica deste fenómeno complexo, sobretudo porque superou as dicotomias tradicionais: fisiológico-cognitivo; periferalismo-centralismo e dimensionalidade-especificidade (Castellar, 2000).

Lang refere que a natureza da emoção não pode ser entendida como um simples fenómeno interno e unitário. Pelo contrário, define as emoções como dispositivos para a acção, resultantes da activação de determinados circuitos cerebrais perante a existência de estímulos significativos para o organismo e que se manifestam através de três sistemas de resposta relativamente independentes: (1) sistema fisiológico; (2) sistema comportamental expressivo (3) sistema cognitivo ou experiencial subjectivo (Lang, 1993, 1995).

O sistema comportamental abrange as acções externas tipicamente emocionais (aproximação, ataque, fuga), bem como os efeitos que a emoção exerce na execução de tarefas não emocionais (atenção, memória, aprendizagem) facilitando-as ou dificultando-as. O sistema cognitivo inclui a experiência subjectiva e vivencial, a comunicação verbal directa de tipo emocional (expressões de alegria, tristeza, medo, raiva), bem como a informação avaliativa sobre os próprios sentimentos e afectos. Por último, o sistema fisiológico inclui tanto as respostas viscerais e somáticas que constituem o apoio logístico e instrumental das acções externas, bem como as próprias alterações fisiológicas cerebrais (Martin, 2006).

Os três sistemas de resposta conformam a base de dados do mundo emocional, de modo que qualquer estudo científico sobre emoções deve partir de uma teoria bem articulada, que considere tanto a amplitude como a diversidade deste fenómeno complexo.

O modelo proposto por Lang adopta uma organização hierárquica da resposta emocional. No nível inferior dessa hierarquia, as emoções manifestam-se através de padrões específicos de acção dependentes do contexto e, assim sendo, apresentam uma topografia fisiológica e comportamental específica. No nível intermédio, predominam os programas emocionais integrados em automatismos de aproximação ou evitamento.

No nível superior, predominam as dimensões emocionais como são a direcção, a intensidade e o controlo. Estas três características organizam o mundo afectivo ao mais alto nível (Lang et al., 1999). Portanto, as emoções são processos multidimensionais que podem ser analisados a partir de três dimensões contínuas bipolares e relativamente independentes: (1) a valência, ou seja, o juízo subjectivo relativo ao carácter hedónico de um estímulo afectivo - trata-se de um constructo que varia entre os extremos agradável a desagradável; (2) a intensidade ou activação (*arousal*) que traduz a força com que o estímulo é experimentado e representa a activação metabólica e neuronal do organismo - cujos pólos variam de calmo a excitado; e (3) a dominância, que consiste no grau de controlo sobre as respostas subjacentes à presença de um evento afectivo, variando entre pólos controlador-controlado (Lang et al., 1999).

Esta organização hierárquica da emoção considera elementos que são simultaneamente específicos (nível inferior) e dimensionais (nível superior); centrais (circuitos cerebrais) e periféricos (respostas viscerais e somáticas); cognitivos (rede de informação) e fisiológicos (funcionamento corporal). Assim, segundo Castellar (2000), o modelo de Lang é simultaneamente central e periférico, dimensional e específico, bem como fisiológico e cognitivo.

A dimensão de *valência* é a que exerce a principal influência na estrutura hierárquica das emoções devido à relação próxima com os sistemas motivacionais primários: o apetitivo - dirigido ao comportamento de aproximação, sexual ou maternal - e o sistema defensivo - dirigido ao comportamento evitamento, fuga ou de protecção. Este substrato neurofisiológico justifica o carácter bipolar da dimensão de valência e a sua preeminência sobre as restantes dimensões (Lang et al., 1999).

A dimensão de intensidade ou activação, carente de um substrato neurofisiológico próprio, representa bem a activação metabólica e neuronal de qualquer dos dois sistemas motivacionais. Apesar de não ter um substrato neurofisiológico independente e autónomo, funciona de forma aditiva. No entanto, em relação aos sistemas de acção, o sistema apetitivo e o sistema defensivo funcionam de forma reciprocamente inibitória. A direcção geral do comportamento (aproximação / evitamento) dependerá das forças relativas da activação de ambos os sistemas. O sistema motivacional dominante será o que acaba por modular todo o comportamento,

independentemente de se tratar de reflexos simples ou de processos cognitivos complexos (Jesus, 2008).

Resumindo, os principais factores implicados na experiência emocional são o grau de prazer e o grau de alerta (no sentido excitatório do termo) que, juntos, constituem um espaço afectivo representativo da valência hedónica e da activação motivacional. Nesse espaço bidimensional, os julgamentos de prazer e desprazer reflectem os sistemas apetitivo / aversivo, enquanto a intensidade de activação motivacional reflecte a avaliação do potencial interesse ou perigo (Castellar, 2000).

Finalmente, a dimensão de dominância reflecte o nível de controlo da resposta emocional e é aquela que apresenta menor relevo neste modelo teórico.

A perspectiva de Lang parte da conceptualização de que as emoções são produtos evolutivos, que podem ser caracterizadas como “estados de preparação motivacionalmente sincronizados” (Lang, 1995, p. 373). A sobrevivência depende do equilíbrio dinâmico entre ambos os sistemas, facto que permite explicar a primazia da dimensão de valência na resposta emocional (Lang et al., 1997).

Para o investigador referido, os sistemas motivacionais apetitivo / aversivo determinam a totalidade da expressão afectiva, desde os reflexos mais simples até às respostas cognitivas mais elaboradas. Neste sentido, é necessário enfatizar que ambas as dimensões são estratégicas porque definem não apenas a direcção do comportamento, mas também a quantidade de energia e recursos disponíveis. No entanto, não podem especificar as tácticas particulares implicadas em determinada resposta emocional (Lang, Bradley, & Cuthbert, 1990).

O comportamento defensivo escolhido (congelamento, luta, fuga, etc.) dependerá, pois, essencialmente das características contextuais, da história de aprendizagens prévias e do processamento da informação disponível no momento (Lang, Greenwald, Bradley, Cuthbert, & Hamm, 1993).

Em síntese, o estado motivacional do organismo (indicado pelos parâmetros de valência afectiva e intensidade) está determinado pela conjugação de estímulos internos e externos, integrados através de estruturas subcorticais, e pode ser considerado como o principal representante das relações entre o organismo e o ambiente (Lang et al., 1990; Lang et al., 1993).

Argumenta-se, assim, que quando um circuito motivacional é activado, provoca um efeito modulador que irá interferir com as restantes operações básicas do cérebro, bem como no processamento de informação nova ou relevante. Por outras palavras, as associações, as representações cognitivas e os programas de acção que estejam ligados ao sistema motivacional activado serão facilitados e, portanto, detêm uma maior probabilidade de acesso comparativamente com outra informação associada ao sistema motivacional oposto (Castellar, 2000; Verchili, 1999).

Esta função de preparação motivacional assumida pelas emoções constitui a base teórica que permite explicar a complexidade da expressão emocional, segundo a proposta de Lang. O seu efeito modulador pode ser observado, por exemplo, no caso de os estados emocionais (positivos ou negativos), cuja evocação provoca respostas comportamentais, fisiológicas e cognitivas (associações verbais ou recordações) de valência similar a esses estados (Bradley, Codispoti, Cuthbert, & Lang, 2001).

O modelo também atribui especial atenção aos mecanismos de activação da emoção. No ser humano, a activação dos circuitos neurofisiológicos da emoção não só se produz pela presença de estímulos externos relevantes para a sobrevivência. Devido às múltiplas conexões das estruturas motivacionais primárias (subcorticais e arquicorticais) com estruturas evolutivamente mais recentes (neocorticais), os circuitos neurofisiológicos da emoção podem activar-se por processamento interno de estímulos simbólicos ou mediante a activação de memórias afectivo-emocionais (Lang, 1995).

As recentes estruturas corticais do cérebro humano acrescentaram complexidade ao funcionamento dos sistemas motivacionais primários, permitindo um maior controlo das respostas perante os estímulos apetitivos / aversivos (designadamente capacidade de inibição, adiamento, avaliação atenta do contexto, planificação futura).

Em 1985, Lang alegou que o estado emocional é mnesicamente arquivado sob a forma de uma rede associativa que inclui informação sobre a situação-estímulo, a resposta e o significado emocional (Castellar, 2000). “A expressão emocional ocorre quando esta rede é reactivada por inputs que se ajustam à informação armazenada e as reacções fisiológicas são um dos outputs originados pelo processamento emocional, visando preparar o indivíduo para emitir uma resposta adaptativa às exigências da situação” (Barbosa, 2003, p. 443).

Por conseguinte, as emoções facilitam a adaptação do indivíduo ao meio, já que preparam o organismo para agir de forma rápida e flexível, sendo por isso consideradas como constituintes do principal sistema motivacional (Damásio, 2000; Lang, 1995; LeDoux, 2000; Sanz-Martin et al., 2008).

Convém ainda referir que a modulação da resposta dos sistemas motivacionais depende directamente da intensidade emocional (Lang et al., 1999).

Os argumentos que justificam o especial destaque à abordagem teórica e experimental de Lang (1968, 1979) são vários. De facto, este modelo teve uma grande importância na investigação psicofisiológica da Emoção, sobretudo porque superou as dicotomias tradicionais: fisiológico-cognitivo; periferalismo-centralismo e dimensionalidade-especificidade (Castellar, 1996). Através de uma organização hierárquica, o modelo considera elementos que são simultaneamente específicos (nível inferior) e dimensionais (nível superior), centrais (circuitos cerebrais) e periféricos (respostas viscerais e somáticas), cognitivos (redes de informação) e fisiológicos (funcionamento corporal).

Este modelo permitiu, ainda, a formalização de um referencial teórico que procura estabelecer as relações entre diversos tipos de informação que estão envolvidos nas experiências mais complexas do ser humano (Lang, 1979, 1980).

Para além disso, esta abordagem teórica e experimental, contribuiu para um melhor entendimento da emoção, ou seja, esta deixou de ser vista como um fenómeno unitário, mas antes como o resultado da interacção dos três sistemas de resposta relativamente independentes já enunciados. Permite, deste modo, a avaliação integrada das várias vias de manifestação das emoções induzidas e realça a importância das manifestações fisiológicas associadas.

Esta abordagem acrescenta, assim, um grande valor heurístico na investigação sobre as emoções, oferecendo-se como referência teórica e empírica altamente robusta para o nosso trabalho, dado que permite suportar os nossos objectivos: a indução e medição do *loading* emocional manifestado em certos índices fisiológicos, neurofisiológicos e comportamentais.

## 4. Medição das Respostas Emocionais

### 4.1. A indução das respostas ou estados emocionais

Como se viu no primeiro ponto deste capítulo, é difícil definir objectivamente o que é a emoção, que não só é de concepção complexa, como se caracteriza por uma vertente subjectiva de operacionalização complicada. Se induzir emoções é uma tarefa fácil, a complexidade dos fenómenos emocionais torna difícil saber a emoção induzida e dificultou imenso a construção de instrumentos de medida objectivos (Verchili, 1999).

Da mesma forma que os instrumentos de medida para o constructo da emoção dependem do próprio conceito que se tenha sobre a natureza e a estrutura do fenómeno emocional (Moltó et al., 1999), também a metodologia para induzir estados emocionais em contexto laboratorial deve assentar num sólido modelo teórico e recorrer a estímulos objectivos, controláveis, calibrados e previamente validados, através de instrumentos que contemplem os vários componentes da resposta emocional. Ao mesmo tempo, sendo necessária a indução de emoções, a metodologia deve ser conduzida por princípios éticos, proporcionar uma rápida aplicação e possuir uma elevada validade ecológica (Moltó et al., 1999).

A natureza tripartida das emoções proposta no modelo de Lang forneceu definições de trabalho sobre as emoções que vários investigadores têm vindo a utilizar. O progresso no conhecimento científico das emoções tem sido acompanhado pelo desenvolvimento de instrumentos de medida válidos e fiáveis que contemplam os vários componentes das manifestações emocionais propostos por Lang.

O *International Affective Picture System* – IAPS (Lang et al., 1999) tornou-se um instrumento de referência para induzir e quantificar a componente experiencial da emoção. Foi desenvolvido pelo grupo de Lang, no *Center for Research in Psychophysiology* da *University of Florida*, com o objectivo de padronizar um instrumento dotado de estímulos emocionógenos com elevada validade ecológica, com vista à aplicação no contexto da investigação laboratorial da emoção e da atenção.

Grande parte do conhecimento sobre a emoção resultou de estudos que utilizaram a visualização de imagens de conteúdo afectivo como paradigma de investigação em contextos de experimentação laboratorial. O IAPS é um dos instrumentos mais utilizados para a selecção de imagens e encontra-se em constante desenvolvimento. Actualmente inclui 832 fotografias coloridas em formato digital, de amplo reportório temático, ou seja com vastos conteúdos e categorias semânticas (animais, paisagens da natureza, armas, expressões faciais humanas, corpos mutilados, etc.), actuando parte como estímulos neutros, enquanto outra parte fornece estímulos emocionógenos para investigação em contexto laboratorial (Davidson, 1998).

Durante muito tempo, foram utilizados estímulos sensoriais de elevada intensidade para provocar reacções emocionais. No entanto, a maioria destes estímulos físicos operam como estímulos incondicionados que provocam reacções reflexas (e.g., orientação, sobressalto / defesa) (Jesus, 2008).

Uma das principais contribuições do IAPS, à semelhança de outros instrumentos entretanto desenvolvidos, advém do facto das imagens de conteúdo afectivo constituírem estímulos perceptivos complexos, altamente simbólicos, e cuja codificação emocional requer elaboração cognitiva. Simultaneamente, as imagens consagram a vantagem de acumular uma gama mais vasta de estados afectivos em vários aglomerados socioculturais (Jesus, 2008).

Desta forma, as imagens afectivas do IAPS traduzem vários aspectos da vida real e têm a capacidade de provocar tanto a activação fisiológica como a representação cognitiva típicas da realidade (Lang et al., 1993). Estes estímulos têm ainda a vantagem adicional de facilitar a sua apresentação em contexto laboratorial, uma vez que permitem o controlo rigoroso dos tempos de exposição e o sincronismo com vários sistemas de registo psicofisiológico e neurofisiológico, indispensáveis para mensuração dos outros componentes da resposta emocional.

Na verdade, o avanço das neurociências afectivas reclama a utilização de estímulos capazes de evocar de forma confiável os diferentes elementos da emoção (experiência subjectiva, reacções comportamentais e respostas fisiológicas) em contexto laboratorial controlado, único contexto em que podem ser medidos com rigor. Além das imagens que integram o IAPS, fotos de expressões faciais (Ekman & Friesen, 1976), palavras (Bradley & Lang, 1999a), sons (Bradley & Lang, 1999b), cheiros (Kim &

Watanuki, 2003), vídeos (Jones & Fox, 1992; Marques-Teixeira, 2001; Monteiro, 2004), música (Flores-Gutiérrez et al., 2007) e outros bancos de fotografias (Lang et al., 1999; Castillo-Parra, Iglesias de Jesús, & Ostrosky, 2002) têm sido utilizados em laboratório para o estudo das emoções.

#### **4.2. Mensuração das respostas subjectivas (vertente experiencial)**

Como dissemos anteriormente, a experiência subjectiva refere-se ao sentimento interno e privado decorrente da emoção. A forma mais simples de avaliar a experiência subjectiva consiste em perguntar directamente ao indivíduo em que medida determinado estímulo / evento é agradável ou desagradável e qual a intensidade do estado emocional sentido. Trata-se, portanto, de uma técnica baseada no auto-relato, mas que pode ser aperfeiçoada através da aplicação dos métodos psicométricos de construção de escalas. Por exemplo, o *Self Assessment Manikin* – SAM, desenvolvido por Lang (1980) com cuidados psicométricos, é especialmente adequado para estudar a vertente experiencial da resposta emocional, uma vez que é livre de influências culturais e não requer o uso da linguagem (Lang, 1995; Lang et al., 1997). Requer apenas papel e lápis e permite a avaliação das três dimensões emocionais – valência, intensidade e controlo - através de três escalas pictográficas com figuras humanóides. Além de proporcionar informação relativa a cada uma das dimensões de forma não verbal, a sua aplicação é simples e rápida.

Cada uma destas escalas está organizada numa sequência graduada de 9 níveis variando entre um pólo mínimo (desagradável, relaxado e controlado, respectivamente) até um pólo máximo (agradável, excitado e controlador) (Martin, 2006). A avaliação de cada estímulo/evento é feita através da colocação de um X em cada uma das escalas (ver Figura 1.).



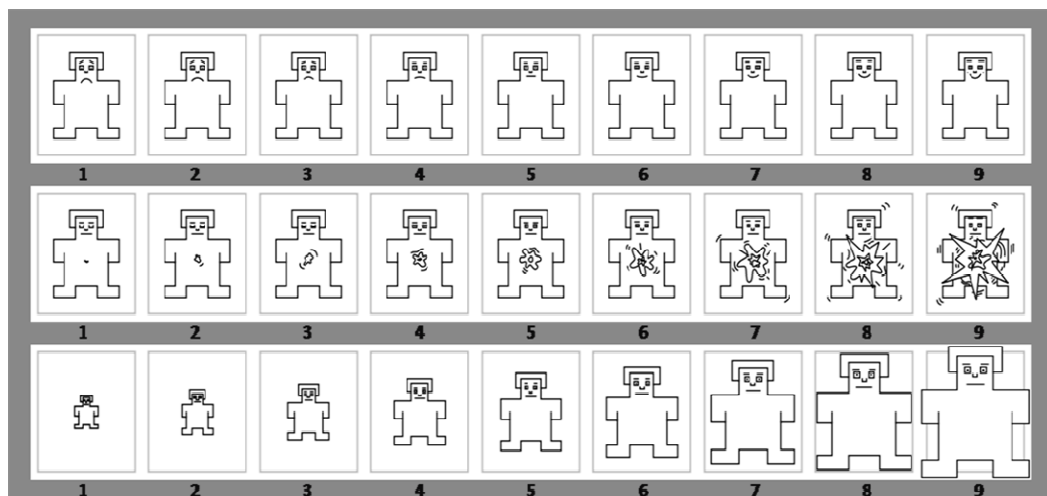


Figura 1. *Self-Assessment-Manikin*: Escala superior - Valência; Escala intermédia - Activação; e Escala inferior - Dominância (Lang, 1980).

Moltó e colaboradores (1999) e Vila e colaboradores (2001) publicaram os dados normativos obtidos na população Espanhola e verificaram uma alta consistência com os valores originais norte-americanos. A distribuição dos estímulos no espaço bidimensional Valência - Activação adoptou a forma típica de *boomerang*, com três grandes categorias: (1) imagens tendencialmente neutras de baixa activação; (2) imagens tendencialmente agradáveis de alta activação; e (3) imagens tendencialmente desagradáveis de alta activação.

No entanto, apesar da similaridade com a normalização norte-americana, na valência afectiva, existem algumas diferenças significativas nas dimensões intensidade e dominância. De uma forma geral, os latinos apresentam maior *loading* emocional, e menor controlo que os norte-americanos (Moltó et al., 1999).

A distribuição das imagens afectivas decorrentes das normalizações norte-americana e espanhola do IAPS apresentam um padrão de distribuição similar (Jesus, 2008; Castellar, 2000). Essa distribuição, em forma quadrática, está organizada de forma bidimensional (Valência \* Intensidade) (Lang, 1995; Lang et al., 1997). Cada ponto representa as médias das valências e intensidades de cada estímulo emocionógeno (ver Figura 2.).

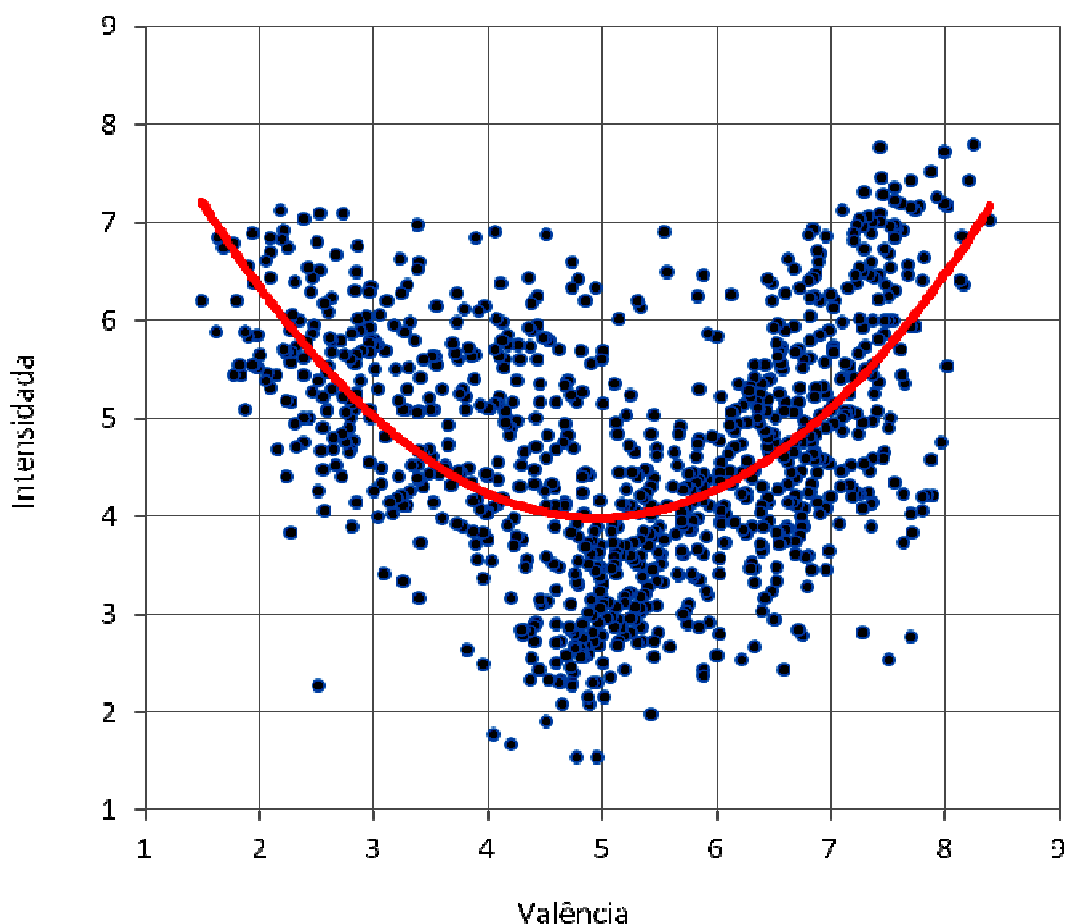


Figura 2. Distribuição dos 957 diapositivos estandardizados do IAPS na população Norte-Americana, em função da estimação das médias das dimensões de Valência (1 – desagradável a 9 – agradável) e Activação (1 – menor a 9 – maior) (Lang, Bradley & Cuthbert 2005)<sup>3</sup>.

Desta forma, facilmente se percebe a organização subjacente aos dois sistemas da estrutura motivacional primária, isto é, a um sistema apetitivo e outro aversivo, que variam a em função das dimensões emocionais (Lang, 1995; Lang et al., 1997).

A par da avaliação subjectiva, Lang (1993) verificou que certas medidas comportamentais, como o tempo de visualização, dependem do impacto provocado pelo estímulo. Isto é, quando se monitorizam os tempos de visualização constata-se que os estímulos auto-relatados como provocando calma/relaxamento são visualizados rapidamente, enquanto os associados a relatos de maior activação/intensidade implicam

---

<sup>3</sup> Equação de regressão para o IAPS ( $y = 10.613 - 2.6751x + 0.2698x^2$ ) e ( $R^2 = .3299$ ) (Lang et al., 2005).

tempos de visualização muito superiores (Sanz-Martin et al., 2008). De forma semelhante, o tempo necessário para o reconhecimento das expressões faciais varia com o tipo de emoção (Sanz-Martin et al., 2008) e depende de outras características, como a dinâmica do estímulo (Costa-Orvalho, 2008; Molina et al., 2006).

A demonstrá-lo, Sanz-Martin (2000) apresentou um conjunto de fotografias de expressões emocionais a um grupo de estudantes universitários. A tarefa dos participantes consistia em premir uma tecla sempre que visualizavam uma expressão facial emocional. Os resultados demonstraram que o tempo de reacção da tarefa de reconhecimento da alegria foi inferior ao das restantes expressões emocionais. Verificou ainda que os tempos de reacção a expressões faciais emocionais de medo, nojo e tristeza eram superiores. Adicionalmente, outros investigadores têm-se mostrado insatisfeitos com o carácter estático dos estímulos fotográficos e decidiram utilizar vídeos para melhor compreender a dinâmica do processamento emocional, concluindo que a transformação do estímulo encerra ela própria informação que ajuda a discriminar a emoção e, portanto, a modelar a resposta emocional (Marques-Teixeira, 2001; Monteiro, 2004).

É o mesmo tipo de preocupação que nos levou a estudar a aplicabilidade da RV no estudo laboratorial das emoções.

#### **4.3. Respostas Fisiológicas Periféricas**

Para estudar a componente fisiológica da emoção, é necessário recorrer aos modelos e métodos da psicofisiologia, uma vez que esta disciplina científica permite quantificar as respostas fisiológicas subjacentes a um determinado comportamento. Além disso, a psicofisiologia foi considerada como sendo a abordagem científica mais influente no estudo da emoção, precisamente porque sublinhou a importância das alterações periféricas em resposta a situações consideradas emocionais. De facto, uma manifestação característica dos fenómenos emocionais é a ocorrência de um conjunto de

alterações corporais internas, de que são exemplo a sudção, a variação de pressão sanguínea ou alteração do ritmo cardíaco. Pois bem, estas alterações corporais correspondem a um conjunto de modificações fisiológicas, cujo registo objectivo só é possível mediante a utilização de técnicas psicofisiológicas (Castellar, 2000).

A avaliação psicofisiológica é sempre um processo de avaliação situacional, orientada para a observação das alterações que se produzem na actividade fisiológica como consequência de uma actividade psicológica e proporciona uma informação a integrar no conjunto de dados que completam a avaliação comportamental de determinada pessoa ante uma situação específica. De todas as abordagens científicas formuladas sobre as emoções, a psicofisiológica foi a mais influente precisamente porque sublinhou a importância das alterações periféricas em resposta a situações consideradas emocionais (Castellar, 2000).

A extensa literatura no âmbito da psicofisiologia da emoção tem vindo a estabelecer correlações entre os domínios biológico e psicológico, recolhendo dados objectivamente mensuráveis e quantificáveis, fornecidos por instrumentação laboratorial, em concomitância com a observação de estímulos emocionógenos.

Os índices psicofisiológicos tipicamente envolvidos na medição das respostas emocionais são os índices autonómicos (e.g., RC e/ou AED), os somáticos (e.g., Actividade Muscular – AM - ou Actividade Respiratória - RSP) e os índices fisiológicos centrais, também ditos neurofisiológicos (e.g., Actividade Eléctrica do Encéfalo - AEE), dando origem à neuropsicofisiologia como disciplina emergente da anterior (Castellar, 2000). Reservamos estes últimos para o ponto seguinte e passamos a sintetizar os primeiros.

Enquanto a AED é geralmente obtida por Electrodermografia (EDG) e medida através da CEP (em  $\mu S$ ), o RC pode ser directamente obtido através de ECG ou indirectamente por capatado por Fotopletismografia (FPG). Em qualquer dos casos é medido em BPM. Em termos de índices somáticos, os mais utilizados são a actividade ocular, cujo registo é habitualmente conseguido por Electro-oculografia (EOG), a Frequência Respiratória (FR), apresentada em ciclos por minuto, captada por Respirografia ou Esperografia, e a Actividade Muscular, obtida por via de Electromiografia.

Como veremos no ponto seguinte, as respostas centrais têm sido sobretudo medidas por via dos PRE (Carretié, Martín-Loeches, Hinojosa, & Mercado, 2001; Marques-Teixeira, Barbosa, & Almeida 2009; Mercado-Romero, 2004; entre muitos outros).

Marques-Teixeira (1993) desenvolveu um estudo meta-analítico sobre a quantificação da activação do SN a partir de índices periféricos, demonstrando a existência de medidas psicofisiológicas que, quando combinadas, permitiam quantificar a eficácia e a consistência do padrão de activação do SN. Os resultados evidenciaram três índices altamente discriminativos da sua activação: a AED; a actividade muscular e o RC. Assim, o registo psicofisiológico assume-se como um método indispensável para obter informação sobre um dos componentes críticos dos processos de activação emocional – a reactividade fisiológica subjacente ao processamento de informação afectivo-emocional (Barbosa, 2003). Vejamos em maior detalhe aqueles que são mais utilizados no estudo das emoções.

A actividade electrodérmica, especialmente quando medida através da CEP, é o sinal autonómico mais estudado no âmbito da psicofisiologia (Arangüena & Dorado, 2000), muito pela simplicidade técnica e pela facilidade logística da sua captação (Barbosa, 2003). A maioria da literatura especializada indica que a CEP co-varia, de forma directamente proporcional, com a activação simpática (Arangüena & Dorado, 2000) e a psicofisiologia já conseguiu relacionar este índice com o conteúdo emocional dos estímulos (Dawson, Block, & Ridgway, 1990), de tal modo que o aumento da sua amplitude está relacionado com o aumento da activação emocional (Castellar, 2000; Lang & Bradley, 2010). A actividade electrodérmica, dependente do funcionamento da componente Simpática do SNA, constitui um índice privilegiado da activação do organismo e traduz a orientação de comportamentos de aproximação ou evitamento (Lang et al., 1993). A CEP fornece, assim, uma medida empiricamente validada da componente fisiológica da reactividade emocional (Arangüena & Dorado, 2000; Castellar, 2000; Lang, 1995; Lang & Bradley, 2010; Lang et al., 1997; Marques-Teixeira, 1993; Monteiro, 2004; Sanz-Martin et al., 2008).

O RC é outro dos índices psicofisiológicos clássicos para o estudo da emoção (Castellar, 2000). Constitui a resposta autonómica mais sensível ao conteúdo dos

estímulos emocionógenos (Sanz-Martin et al., 2008) e apresenta relação proporcional com a escala de activação do SAM (Lang & Bradley, 2010). Alterações neste índice reflectem o nível de activação energética do organismo e cumprem funções psicológicas de adaptação a situações que requerem diferentes níveis de activação fisiológica (Castellar, 2000). Por este motivo, o RC é um bom indicador da reactividade do organismo, podendo mesmo fornecer informação acerca do nível de activação emocional (Castellar, 2000; Lang & Bradley, 2010). A apresentação de um estímulo emocionógeno implica um padrão de resposta cardíaca trifásica (Lane et al., 2009), com uma desaceleração inicial, geralmente relacionada com o reflexo de orientação, seguida de uma aceleração e, finalmente, uma segunda desaceleração (Castellar, 2000). Segundo Sanz-Martin (2008), a dimensão *valência* contribui activamente para a desaceleração inicial, permitindo que a informação sensorial seja efectivamente processada. A dimensão de *activação* contribui para a aceleração consequente e exprime um padrão de défice de atenção a estímulos desagradáveis (Bradley, Lang, & Cuthbert, 1993). Este padrão de resposta trifásica representa a actividade das divisões simpática e parassimpática do SNA.

Por fim, convém sublinhar o recurso ao registo da actividade muscular facial durante a percepção de imagens afectivas. A maioria dos estudos que recorrem a este tipo de registo apresentam uma relação entre emoção e actividade muscular facial, tendo como resultado mais consistente a correlação negativa entre a actividade do músculo corrugador e a *valência* afectiva (Lang & Bradley, 2010).

#### **4.4. Respostas Neurofisiológicas**

A tecnologia para estudar a actividade cerebral está muito desenvolvida e permite conhecer as zonas do cérebro que se activam quando um sujeito realiza uma tarefa mental particular. Deste modo, assistimos nos últimos anos a uma forte revitalização do

estudo da emoção, como resultado do desenvolvimento de técnicas de registo não invasivas de medidas fisiológicas centrais e periféricas.

Actualmente, o número de investigadores que procuram medidas objectivas da fisiologia cerebral para a avaliação da emoção tem sofrido um largo aumento. Entre as medidas mais utilizadas, salientamos as que resultam do registo da actividade eléctrica cerebral, seja ela espontânea ou provocada.

O registo do sinal electroencefálico obtém-se através da utilização de toucas apropriadas com eléctrodos distribuídos de forma uniforme pelo escalpe. A posição dos eléctrodos obedece aos critérios do *Sistema Internacional 10-20* (SI 10-20) (Jasper, 1958) ou do *Sistema Internacional 10-10* (SI 10-10), dependendo do número de eléctrodos. Este sistema permite a colocação e a codificação alfanumérica dos eléctrodos de forma estandardizada, independentemente da forma ou do tamanho do crânio dos participantes. A codificação do SI 10-10 está baseada em três regras fundamentais: (1) localização da área anatómica cerebral; (2) lateralidade hemisférica; e (3) aumento do número do eléctrodo em função do afastamento da linha média.

Relativamente à primeira regra, a nomeação da localização dos eléctrodos realiza-se utilizando a letra inicial da região anatómica cerebral onde está situado: Fp (pré-frontal); F (frontal); P (parietal); T (temporal); e O (occipital). Os eléctrodos posicionados na zona central do crânio, designadamente sobre as regiões de transição entre os lobos frontais e parientais, recebem a letra “C”.

A segunda regra, inclui números pares para as localizações do hemisfério direito e números ímpares para as localizações do hemisfério esquerdo. Existe ainda um subíndice “z” que indica a linha média.

Finalmente, a terceira regra representa o aumento do número subsequente à localização anatómica em função do afastamento da linha média. Exemplificando, enquanto o eléctrodo F3, situado na área frontal do hemisfério esquerdo, se aproxima da linha média, o eléctrodo F7 afasta-se dessa mesma linha. A colocação de cada eléctrodo resulta da medição de dois eixos principais: o eixo anteroposterior (násio - ínio) e o eixo lateral (conduto auditivo direito e esquerdo – ver Figura 3.).

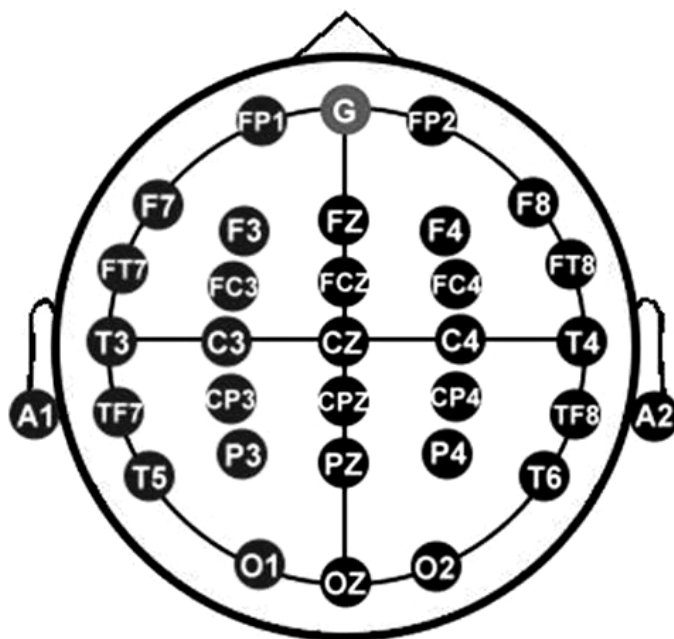


Figura 3. Representação do SI 10-10, de acordo com a *Federação Internacional de Electroencefalografia* (adaptado de Picton, Lins, & Scherg, 1995). Trata-se de uma montagem de 32 canais, em que “G” representa um eléctrodo terra de posicionamento variável e “A” representa eléctrodos de referência.

Regra geral, é efectuado o registo monopolar da actividade eléctrica cerebral. Este consiste na diferença de potencial entre os eléctrodos activos localizados no escalpe (onde se capta actividade eléctrica) e um ou dois eléctrodos de referência, que se colocam em zonas teoricamente isentas de actividade electroencefálica, como por exemplo, nos lóbulos das orelhas, sobre os mastóides ou, menos frequentemente, na extremidade do nariz. Na montagem bipolar, todos os eléctrodos são activos e, por norma, regista-se a diferença de actividade entre posições simétricas. Este tipo de montagem é, assim, útil para comparações inter-hemisféricas.

A obtenção de um bom sinal electroencefálico implica reduzir as impedâncias o mais possível, desejavelmente para valores inferiores a 5 K $\Omega$ , obrigando a um conjunto de procedimentos de limpeza do couro cabeludo e à aplicação de eléctro-gel.



Após a aquisição de boas impedâncias, procede-se à captação<sup>4</sup> do sinal que, por sua vez, tem que ser bastante amplificado<sup>5</sup> e cuidadosamente filtrado/modulado<sup>6</sup>.

O sinal EEG tem de ser bastante amplificado uma vez que apresenta uma amplitude muito menor do que qualquer outro sinal fisiológico de natureza bioeléctrica. De facto, a actividade eléctrica cerebral resulta da geração de pequeníssimos campos eléctricos, sobretudo a nível dos potenciais pós-sinápticos das células piramidais. O EEG convencional permite registar estas variações de potencial, captando-as e ampliando-as, quando milhares de neurónios contribuem com a sua pequena voltagem (Mercado-Romero, 2004). No entanto, este procedimento também aumenta o ruído e os artefactos que interferem no sinal (Martín-Loeches, 2001).

Por isso, a redução ou a eliminação destas interferências ou artefactos constitui outra etapa importante no tratamento do sinal electroencefálico. Existem dois tipos de artefactos<sup>7</sup> que alteram o sinal: (1) artefactos fisiológicos; e (2) artefactos não fisiológicos. Os primeiros são interferências de outros sinais com origem no organismo e que acabam por ser captados pelos eléctrodos, misturando-se com o índice de interesse, alterando-o. No âmbito da EEG os principais artefactos resultam dos movimentos oculares e implicam alterações ao nível da captação nos eléctrodos colocados na zona frontal. Os artefactos não fisiológicos, que têm origem externa ao organismo, podem resultar de alterações da corrente eléctrica, movimento dos fios condutores dos eléctrodos, influências electromagnéticas, entre outras. Justamente porque a EEG é bastante sensível a interferências externas, pelas razões acima explanadas, o estudo da compatibilidade das tecnologias de RV com a aquisição do sinal electroencefálico tornou-se necessário e formulou-se como um dos objectivos primordiais deste trabalho.

A actividade cerebral espontânea é relativamente constante e, por definição, o seu registo é feito em contínuo, sem relação fásica com acontecimentos específicos. O seu registo é útil para nos dar a conhecer o “clima” geral da actividade cerebral. Assim, a título de exemplo, a actividade eléctrica espontânea permite diferenciar diversos

---

<sup>4</sup>Captação: procedimento de aquisição do sinal fisiológico ou neurofisiológico que, quando tem uma natureza bioeléctrica, envolve normalmente a utilização de eléctrodos de cloreto de prata.

<sup>5</sup>Amplificação: Consiste no aumento da amplitude do sinal eléctrico, até que a voltagem de saída seja compatível com o registo (cerca de 1 volt). A amplificação do sinal EEG pode dar-se até 20.000 vezes.

<sup>6</sup>Modulação: Consiste em filtrar artefactos, *i.e.*, interferências nos sinais fisiológicos de interesse, que podem ter origem fisiológica ou não fisiológica.

<sup>7</sup>Artefactos: interferências internas ou externas que alteram o sinal.

estados de activação cerebral, como são os casos do relaxamento ou da activação (Arangüena, 2001).

A actividade eléctrica provocada por acontecimentos discretos denomina-se PRE, como já foi dito anteriormente. Os PRE são compostos por padrões consistentes de ondas positivas e negativas que variam quando certas propriedades do estímulo que os evoca se alteram. Correspondem a alterações da actividade eléctrica do cérebro, registadas através de EEG, que ocorrem em resposta a estímulos concretos ou em antecipação a actividades motoras (Castellar, 2000). Pode, ainda, dizer-se que são respostas neuroeléctricas específicas, geradas pela activação síncrona de zonas neuronais perante a ocorrência de um estímulo ou acontecimento relevante, seja ele sensorial, motor ou cognitivo, e ocorra ele no ambiente interno ou externo do sujeito (Coles & Rugg 1995; Regan, 1989).

Este método oferece a possibilidade única de examinar, em tempo real, as diferentes etapas do processamento da informação no cérebro, uma vez que apresenta uma grande resolução temporal (na ordem dos milissegundos - ms). Outra das vantagens deste método advém do carácter não invasivo das técnicas de registo para obtenção de PRE (Castellar, 2000).

A obtenção dos PRE resulta, em primeira instância, do registo EEG. No entanto, devido à pequena amplitude dos seus componentes que, em algumas situações, se aproxima de  $1\mu V$ , permanecem encobertos pela actividade cerebral espontânea (que se aproxima dos  $50\mu V$  em estado de vigília) e, por esse motivo, não são detectáveis de forma directa.

A técnica da Promediação<sup>8</sup> consiste na apresentação repetida de determinado estímulo discreto, de forma a alcançar a redução da actividade espontânea (vulgarmente designada de ruído), que é aleatória e não se relaciona com nenhum estímulo concreto. Assim, este procedimento permite aumentar a visibilidade do sinal em função do prejuízo da aleatoriedade do ruído. O sinal permanece constante, mas o ruído tem tendência para diminuir, sendo esta redução directamente proporcional à raiz quadrada

---

<sup>8</sup> A Promediação é um termo técnico que se refere ao cálculo da amplitude média de pontencial em cada ponto temporal de um número suficiente de segmentos de registo EEG, sincronizados com um estímulo repetido para cada segmento. Permite ressaltar com bastante nitidez o complexo de ondas dos potenciais cerebrais especificamente relacionados com o estímulo sobre a actividade aleatória, que tenderá a anular-se no procedimento de promediação. Um determinado estímulo provoca essencialmente o mesmo Sinal em cada apresentação, enquanto o Ruído é aleatório, quer dizer, tem diferentes amplitudes, frequências e polaridades. Isto faz com que cada apresentação do estímulo mantenha o Sinal constante, diminuindo o Ruído (Mercado-Romero, 2004).

do número de repetições do estímulo. No entanto, sendo verdade que à medida que aumentamos o número de repetições o ruído diminui, um elevado número de repetições do estímulo também apresenta desvantagens, tais como a habituação e a fadiga (Arangüena, 2001; Martín-Loeches, 2001). Por isso, dois valores é a razão óptima sinal/ruído (Mercado-Romero, 2004).

As ondas ou flutuações que representam a resposta eléctrica do cérebro perante os estímulos concretos administrados são vulgarmente conhecidas como componentes. Cada componente é codificado de acordo com a sua amplitude (P - positiva ou N - negativa) e latência de pico (o tempo, em ms, desde o estímulo até que se apresenta a máxima amplitude), sendo esses parâmetros variáveis conforme a sua localização através de todo o escalpe cerebral (Swaab, 1998).

Os componentes dos PRE têm sido classificados em função de diversos critérios (Picton et al., 1995), mas podem ser divididos em duas grandes categorias: (1) potenciais exógenos de curta latência, que compreendem a grande maioria dos potenciais utilizados na prática clínica; e (2) potenciais de longa latência, também denominados potenciais evocados cognitivos ou potenciais endógenos.

Os potenciais exógenos variam sistematicamente de acordo com as características do estímulo sensorial, mas são relativamente independentes da influência do estado cognitivo do indivíduo, enquanto os potenciais endógenos apresentam variabilidade relacionada com o contexto de apresentação do estímulo e com os processos cognitivos envolvidos no seu processamento (Squires, Donchin, Herning, & MacCarthy, 1977), podendo ser obtidos em resposta a estímulos apresentados em qualquer modalidade sensorial (visual, auditiva, etc.).

Os potenciais endógenos têm sido relacionados com vários aspectos do processamento cognitivo, como a incerteza em relação à natureza do estímulo apresentado (Sutton, Braren, Zubin, & John, 1965), a identificação e a avaliação do estímulo (Ollo & Squires, 1986), a memória (Dunn, Dunn, Languis, & Andrews, 1998), e a atenção selectiva (Picton & Hillyard, 1974), entre outros.

De todos os componentes dos potenciais endógenos, o P300 tem sido um dos mais estudados, existindo uma enorme variabilidade de metodologias utilizadas na sua análise: desde tarefas visuais e auditivas simples, como a discriminação de um estímulo raro entre estímulos frequentes, até à utilização de tarefas visuais e auditivas complexas.

#### **4.4.1. Actividade Electroencefálica Espontânea no Estudo da Emoção**

Com o objectivo de explorar os correlatos psicofisiológicos da emoção, desenvolveram-se numerosos trabalhos de investigação em que se avaliou a alteração da actividade eléctrica cortical mediante a apresentação de imagens de conteúdo afectivo. Actualmente, o registo da actividade electroencefalográfica ainda é uma das estratégias mais utilizadas para prossecução destes objectivos, pois tem demonstrado grande sensibilidade na distinção da tendência motivacional provocada pelos estímulos afectivos (Sanz-Martin et al., 2008).

Muitos são os estudos que destacam uma relação entre a activação hemisférica diferencial do lobo frontal com os sistemas motivacionais primários. Recorde-se que os estímulos de *valência* positiva activam o sistema de aproximação e os de *valência* negativa o sistema de evitamento (Coan & Allen, 2004). Este tipo de estudos, recorrendo à simples observação de imagens desagradáveis e agradáveis, tem revelado que as primeiras se relacionam com uma maior activação das regiões anteriores do hemisfério direito, enquanto as segundas produzem uma maior activação em regiões anteriores do hemisfério esquerdo (Davidson, 1993). Portanto, uma maior activação do lobo frontal esquerdo parece reflectir o seu papel na regulação da tendência motivacional apetitiva, enquanto a maior activação do lobo frontal direito sugere a sua importância na regulação de respostas de tendência motivacional aversiva (Cacioppo, 2004; Davidson, 1993; Jones & Fox, 1992; Marosi et al., 2002; Waldstein et al., 2000; Watanuki & Kim, 2005).

Além da diferenciação inter-hemisférica, as investigações que utilizam EEG têm evidenciado a lentificação e o aumento da amplitude da actividade eléctrica cortical perante imagens avaliadas como agradáveis ou desagradáveis, produzindo emoções de maior intensidade, comparativamente com imagens neutras (Lang et al., 1993).

O registo EEG também pode variar de acordo com a intensidade de um estímulo emocionógeno interno. Por exemplo, Sidorova e Kostyunina (1993) registaram a actividade EEG de um grupo de sujeitos enquanto recordavam eventos do passado que lhes tivessem gerado emoções intensas, como a alegria, o medo ou a tristeza (avaliadas através do auto-relato). Verificaram que, quando os sujeitos experimentavam emoções

de intensidade moderada, apresentavam activação predominantemente frontal, mas quando a intensidade era máxima, o centro de activação envolvia sobretudo os lobos temporais.

#### ***4.4.2. Actividade Eléctrica Provocada no Estudo da Emoção***

Como referimos anteriormente, os PRE têm uma excelente resolução temporal permitindo, assim, a análise em tempo real da actividade eléctrica do cérebro em relação a diferentes processos mentais, sejam cognitivos ou emocionais (Ostrosky-Solís & Chayo-Dichi, 1997). Uma vez que o funcionamento cerebral é alicerçado na actividade rápida de muitos milhões de neurónios, assegurando um processamento da informação na ordem de décimas de ms (Sanz-Martin et al., 2008), esta técnica torna-se extremamente relevante para conhecer o curso temporário do processamento dos estímulos afectivos.

A maioria das investigações que recorrem a esta técnica utiliza estímulos fotográficos de conteúdo afectivo do IAPS (Lang et al., 1999).

Em 1999, Moltó e os seus colegas concluíram que a visualização de imagens afectivas provoca potenciais positivos de longa latência (400-700 ms). Existem igualmente estudos que referem que a amplitude do componente P300 é significativamente menor perante a visualização de imagens agradáveis e desagradáveis (Schupp, Cuthbert, Bradley, Birbaumer, & Lang, 1997) mas, em termos gerais, os dados sugerem que os estímulos emocionalmente mais activadores requerem maiores recursos cognitivos para o seu processamento (Cuthbert, Schupp, Bradley, McManis, & Lang, 1998; Schupp, Cuthbert, Bradley, Birbaumer, & Lang, 1997).

Os potenciais obtidos através da visualização de estímulos emocionógenos têm apresentado uma morfologia relativamente consistente e incluem componentes de latências curtas (P1 e N1), médias (N2 e P2) e tardias (P300 e a Onda Lenta [OL] ou potencial final positivo) que variam de acordo com os efeitos da valência e activação (Olofsson, Nordin, Sequeira, & Polich, 2008; Sanz-Martin et al., 2008). Concretamente, Olofsson e colaboradores (2008) referem que os componentes de curta latência são

principalmente afectados pela dimensão de valência, enquanto os componentes médios e tardios são afectados pela dimensão de activação.

Os componentes de curta latência parecem estar relacionados com apreensão automática da atenção por parte destes estímulos (Clark & Hillyard, 1996; Mercado-Romero, 2004). Deste modo, o componente P1 tem revelado maior amplitude em estímulos de conteúdo desagradável, quando comparado com estímulos agradáveis ou neutros (Olofsson et al., 2008; Moratti, Keil, & Stolarova, 2004). Por sua vez, o componente N2 tem mostrado menor amplitude perante estímulos desagradáveis comparativamente com os agradáveis (Sanz-Martin et al., 2008).

Também existem vários estudos que revelam uma relação directamente proporcional entre o aumento da activação emocional e a amplitude do componente N1 (Keil et al., 2003; Olofsson et al., 2008; Schupp, Junghöfer, Weike, & Hamm, 2004), mas a dimensão de activação parece interferir sobretudo nos componentes de média e longa latência, modulando a atenção selectiva.

Um efeito similar de modulação da atenção ocorre em tarefas de discriminação de estímulos, como é exemplo o paradigma bola-rara (*Oddball*) auditivo, em que potenciais mais tardios, nomeadamente o P300, também respondem positivamente às manipulações da atenção selectiva (Clark & Hillyard, 1996).

Por volta da latência dos 200 ms devemos destacar três componentes que são influenciados por estímulos emocionógenos. O potencial de disparidade ou *Mismatch Negativity* (MMN) é um componente extremamente específico, pois só aparece na modalidade auditiva. Depende essencialmente das características físicas do estímulo e a sua polaridade negativa ainda está associada com processos automáticos da atenção (Escera, Yago, & Alho, 2001; Mercado-Romero, 2004; Näätänen & Picton, 1987). O MMN é um potencial endógeno que reflecte o processamento de diferenças ocorridas no estímulo auditivo e fornece uma medida objectiva das habilidades de discriminação e memória sensorial auditiva (Escera, 1997).

De modo contrário, o componente N2 responde a qualquer tipo de estimulação (Sanz-Martin et al., 2008). Reflecte, em particular, alterações no aparecimento de estímulos alvo e é relativamente independente das características físicas do estímulo (Mercado-Romero, 2004).

Destacamos, finalmente, o componente P200, que pode conseguir-se pela aplicação do paradigma bola-rara com estímulos visuais ou auditivos (Daffner et al., 2000). Na verdade, os estímulos raros têm a capacidade de provocar uma resposta de orientação<sup>9</sup> (Carretié, Mercado, Hinojosa, Martín-Loeches, & Sotillo, 2004; Öhman, 2000), pelo que o referido componente parece estar relacionado com esta resposta. A distribuição deste componente é preferencialmente frontal (Hillyard & Münte, 1984) e a sua amplitude aumenta quando se atende a estimulação visual negativa (Carretié et al., 2004), tal como aumenta com a relevância intrínseca dos estímulos (Hillyard, Hink, Schwent, & Picton, 1973).

Mais tarde, por volta dos 300 ms, é comum identificar-se uma onda de polaridade positiva nos PRE. A latência de pico pode variar de 250 a 600 ms, de acordo com os parâmetros relacionados com o estímulo, nomeadamente com a modalidade sensorial em que é administrado, e com o sujeito (Hirayasu et al., 2000; Oken, 1997).

Amplamente estudado, o P300 afigura-se como sendo um dos componentes de eleição dos PRE. O seu significado funcional engloba múltiplos processos cognitivos, como são exemplo a atenção, a memória, a tomada de decisão e a emoção. Por exemplo, tem sido relacionado com a organização e execução de respostas e, neste caso, a sua amplitude é tanto maior quanto mais difícil for o reconhecimento do estímulo ou execução da tarefa (Olofsson et al., 2008; Schupp, Flaisch, Stockburger, & Junghöfer, 2006). No entanto, encontra-se especialmente associado ao processamento atencional e traduz a actividade neuroeléctrica do SNC na avaliação e categorização dos estímulos. Por conseguinte, tem sido amplamente relacionado com o processamento de estímulos afectivos e a sua amplitude é tanto maior quanto mais emocionógeno ou raro for o estímulo (Olofsson et al., 2008; Mercado-Romero, 2004; Schupp et al., 2000; Yago & Escera 1998).

O P300 é composto pelos subcomponentes P3a e P3b que, supostamente, se relacionam com o processamento atencional e com a fase inicial da memória episódica (Polich, 2007).

O paradigma experimental bola-rara foi especialmente construído para a obtenção do P300 e consiste na apresentação repetida de estímulos de duas categorias

---

<sup>9</sup> O reflexo de orientação surge perante estímulos novos e de baixa ou moderada intensidade e tem a função de aumentar a sensibilidade sensorial e facilitar a percepção do estímulo. Em termos de padrão de resposta psicofisiológica, caracteriza-se por desaceleração cardíaca; vasoconstricção periférica; vasodilatação cefálica; aumento da amplitude AEP, dessincronização do ritmo EEG e orientação motora para o estímulo (Martínez-Selva, 1984).

relativamente diferentes, em que cerca de 80% das repetições são relativas a um dos estímulos ou categorias de estímulos (e.g., um som grave, uma expressão facial neutra, etc.), enquanto nas restantes vezes se apresenta o outro estímulo (e.g., um som agudo ou uma expressão facial de medo), tornando-o raro.

A designada OL surge depois dos 300 ms, podendo permanecer sustentadamente até aos 900 ms. Gerada nas regiões centroparietais, apresenta maior amplitude perante estímulos emocionógenos altamente activadores e de valência negativa, reflectindo desse modo um maior recrutamento da atenção selectiva (Cuthbert, Schupp, Bradley, Birbaumer, & Lang, 2000; Mini, Palomba, Angrilli, & Bravi, 1996; Schupp et al., 2000). Além disso, as evidências sugerem que a OL não só apresenta uma relação consistente com as exigências da tarefa (Azizian & Polich, 2007) e com o potencial de preparação para uma resposta motora (Rohrbaugh & Gaillard, 1983), como está envolvida na formação da memória emocional (Dolcos & Cabeza, 2002).

Como se verá, no nosso estudo recorremos à aplicação de um paradigma bola-rara auditivo, com o objectivo de perceber em que medida o processamento neurocognitivo é interferido por estimulação emocional, ora decorrente da visualização estereoscópica activa, ora apresentada em imagem convencional. Assim, no ponto seguinte, dedicar-nos-emos a apresentar as características da onda P300 relacionada com a estimulação auditiva.

Por ora, embora o material estímulo seja diferente do que nos interessa, importa referir sumariamente que noutras investigações se recorreu à diferenciação da expressão emocional em rostos para se concluir que se encontra associada a dois momentos de progressão de um potencial evocado (Krolak-Salmon, Fischer, Vighetto, & Mauguier, 2001). De um modo específico, as expressões emocionais faciais são identicamente processadas num primeiro intervalo de latência entre os 250 e os 550 ms e diferenciadas posteriormente, num intervalo de latências entre os 550 e os 700 ms (Krolak-Salmon et al., 2001).

Na mesma linha, Díaz, Lindín, Galdo-Alvarez, Facal e Juncos-Rabadán (2007) e caracterizam o padrão espaço-temporal da actividade eléctrica cerebral associada ao reconhecimento de caras de pessoas famosas e identificaram cinco componentes de curta latência, entre os 90 e os 550 ms (P1, N170, P2, N2 e P3a), e dois componentes de longa latência, compreendidos entre os 550 e os 1750 ms (P3b e OL), todos de maior



amplitude e menor latência em áreas posteriores (excepto N2) e uma OL negativa de longa latência mais pronunciada em áreas anteriores (pré-frontais e temporais), preferencialmente esquerdas (Díaz et al., 2007).

Também com preocupações topográficas, Sánchez-Navarro, Román e Martínez-Selva (2005) referem que o córtice frontal não parece estar implicado na componente cognitiva da resposta emocional, mas antes no início da resposta emocional a estímulos afectivos, especialmente de conteúdo agradável. De igual modo, a região frontal encontra-se directamente relacionada com o início da activação fisiológica provocada por estímulos complexos ou com significação psicológica, mas não com a activação provocada por estímulos simples.

Como já se referiu, ainda que sucintamente, os PRE têm sido utilizados de forma reiterada para avaliar a organização funcional do cérebro no processamento da informação emocional.

Neste trabalho, com a utilização dos PRE pretendemos não só verificar se a tecnologia envolvida na estimulação por RV interferia com o registo do sinal electroencefálico a ponto de o inviabilizar, mas também verificar se a estimulação por RV capta uma maior quantidade de recursos atencionais comparativamente com a estimulação pela metodologia tradicional (ver Estudo 3), utilizando esse efeito como um indicador do interesse acrescido dos novos estímulos para a indução de emoções.

#### ***4.4.3. O Componente P300 no Paradigma Bola-Rara Auditivo***

O P300 é um componente bastante consistente e, por isso, varia relativamente pouco em função das variáveis da tarefa. Ainda assim, os maiores decréscimos na amplitude e acréscimos na latência de pico têm sido observados nas situações de recepção passiva do estímulo. Do mesmo modo, variações na probabilidade de ocorrência do estímulo raro parecem exercer um efeito limitado sobre o P300 (Polich, 1986), mas a sua amplitude aumenta significativamente à medida que a frequência de ocorrência do estímulo raro diminui (Polich, 1987; Squires et al., 1977). Assim sendo, o ideal é que a frequência de ocorrência do estímulo raro se situe em torno dos 15-20%.

Alterações relativas à frequência tonal que dificultem a discriminação entre o estímulo frequente e o estímulo alvo podem igualmente aumentar a latência do P300 de forma significativa (Polich, Howard, & Starr, 1985).

No que respeita a variáveis individuais, a idade constitui um factor relevante para as características do P300, sendo que em jovens observa-se uma relação inversamente proporcional entre idade e latência e directamente proporcional em relação à amplitude (Goodin, Squires, Henderson, & Starr, 1978). Já em adultos de meia-idade, observa-se uma correlação positiva entre idade e latência e uma correlação negativa entre idade e amplitude (Polich, Ladish, & Burns, 1990).

O P300 também pode ser influenciado por determinadas condições fisiológicas. A título ilustrativo, Geisler e Polich (1990) descreveram uma diminuição da amplitude do P300 em indivíduos em jejum superior a 6 horas relativamente a um grupo que havia realizado refeição recente. Verificaram analogamente uma correlação negativa entre a temperatura corporal e a latência do P300. A medicação também parece interferir com a estrutura do P300, nomeadamente a medicação anti-colinérgica e anti-histamínica, bem como as drogas estimulantes do SNC (Sangal, Sangal, & Persky, 1995), perturbam a sua latência e amplitude (Oken, 1997).

Finalmente, outros factores de importante influência na determinação do P300 são os níveis de atenção e de vigília. Sonolência e desatenção estão relacionadas com a redução da amplitude e, até, a ausência de resposta do P300 (Oken, 1997), bem como a identificação incorrecta do estímulo alvo (Hillyard, Squires, Bauer, & Lindsay, 1971).

Relembre-se que o P300 apresenta dois subcomponentes: o P3a, de menor latência e pico máximo na região frontal; e o P3b, de maior latência e com máxima amplitude na região centroparietal (Kolev, Demiralp, Yordanova, Ademoglu, & Isoglu-Alkaç, 1997). O P3a relaciona-se especialmente com a orientação automática da atenção para um novo estímulo ou para estímulos raros (García-Larrea, Lukasiewicz, & Mauguière, 1992). Já o P3b está mais relacionado com os processos de atenção consciente (Kok, 2001; Pontifex, Hillman, & Polich, 2009) acentuando-se na detecção do estímulo alvo (Comerchero & Polich, 1999; Halgren et al., 1995).

Acredita-se ainda que o P300 obtido em estudos de rotina com eléctrodos de superfície representa a soma dos seus dois componentes (Oken, 1997) e a distinção de cada um dos seus componentes nem sempre é possível (Polich et al., 1985).

#### ***4.4.4. Neuroimagem por Ressonância Magnética Funcional***

O desenvolvimento das técnicas avançadas de exploração cerebral tem contribuído de forma consistente para o aumento do conhecimento da estrutura e das funções do SNC, bem como dos seus correlatos comportamentais. Concretamente, a RMf tem permitido a obtenção de imagens funcionais que permitem investigar o cérebro de participantes saudáveis em acção e, assim, complementar os resultados obtidos segundo o tradicional modelo lesional (Buckner, Wheeler, & Sheridan, 2001; Christoff & Gabrieli, 2000).

A RMf combina o detalhe da informação anatómica com a informação fisiológica por via da quantificação da actividade hemodinâmica cerebral, que pode ser associada a uma actividade cognitiva concomitante, permitindo inferir a importância das diversas estruturas cerebrais no âmbito comportamental (Baert, Sartor, & Youker, 2000; Brannen et al., 2001; Cravo, Palma, Conceição, & Evangelista, 2001). Os estudos acerca da emoção que recorrem a técnicas de neuroimagem funcional têm mostrado o envolvimento de áreas do córtice occipital e temporal, incluindo a área fusiforme (Kanwisher, McDermott, & Chun, 1997; Kanwisher & Yovel, 2006), e de estruturas límbicas ou associadas, como o córtice órbito-frontal, o córtice insular e o complexo amigdalino (Kesler-West et al., 2001).

Existem ainda estudos que revelam que a activação do córtice occipital é tanto maior quanto mais intensa é a avaliação do estímulo activador, seja ele agradável ou desagradável (Bradley & Lang, 2000).

Alguns trabalhos sobre expressões faciais com recurso a RMf também têm revelado os circuitos neuronais que modulam o reconhecimento e a discriminação de emoções expressas. Mais especificamente, numa meta-análise realizada por Sergerie, Chochol e Armony (2008) é reportado que o complexo amigdalino é activado de forma

consistente por estímulos visuais emocionais, independentemente da sua valência. Além disso, revela o envolvimento do córtice pré-frontal ventromedial e dorsolateral na percepção subjectiva de uma experiência emocional, nomeadamente da empatia.

Outros estudos experimentais têm confirmado o aumento da actividade hemodinâmica cerebral em áreas pertencentes à via dorsal (Carretié et al., 2001; Lang et al., 1997; Simpson et al., 2000) perante estímulos aversivos, comparativamente com os agradáveis ou neutros.

No entanto, raros são os estudos em que é feita a combinação da RMf com a EEG, mesmo sendo uma combinação promissora, uma vez que permite associar a boa resolução espacial da RMf com a excelente resolução temporal da EEG (Mraz et al., 2003; Seitz et al., 2008).

No que diz respeito à estimulação por RV, a primeira aplicação simultânea com a técnica de RMf demonstrou a possibilidade de se obter um forte sentido de imersão durante a sua realização, apesar dos constrangimentos impostos pela realização dos registos, tais como a necessária imobilização dos participantes e o elevado ruído do equipamento (Hoffman, Richards, Coda, Richards, & Sharar, 2003). A concretização desta compatibilidade tecnológica permitiu a sua aplicação numa série de estudos, nomeadamente no âmbito da dor (Hoffman et al., 2003), no estudo da activação cerebral subjacente a uma tarefa simulada de condução (Allen, Blaylock, & Mieczkowski, 2009; Jäncke, Brunner, & Esslen, 2008), entre outros.

Contudo, são escassas as investigações com RMf que comparam os efeitos da utilização de imagens 2D vs. 3D, excepto para investigação do processamento visual num e noutro caso. Um dos poucos que escapa à excepção foi realizado para estudar o *craving* (Lee, Lim, Wiederhold, & Graham, 2005). Uma das conclusões do estudo foi a de que os participantes pareciam dedicar maior atenção aos estímulos na condição 3D do que na condição 2D. Tais resultados vêm reforçar a importância desta tecnologia e, simultaneamente, demonstrar a sua utilidade para aprofundar os efeitos da aplicação de estimulação 3D noutros domínios.

## **5. Limitações Metodológicas dos Estudos das Respostas Emocionais**

Além do facto de serem poucos os estudos em que se avaliam simultaneamente os componentes fisiológicos, comportamentais e experienciais das respostas emocionais, são igualmente escassos aqueles que dedicam um especial cuidado ao método de indução das emoções. De facto, com excepção do último, todos os estudos apresentados anteriormente resultaram da administração de imagens 2D, provenientes de diversas bases de dados, como método de indução de emoções. Esta metodologia apresenta algumas desvantagens e/ou limitações (Courtney, Dawson, Schell, Iyer, & Parsons, 2010). Os estímulos perceptivos que se utilizam como indutores da emoção diferem consideravelmente de uma investigação para outra, muitos não se encontram normalizados, são de difícil quantificação e, sobretudo, produzem uma ressonância emocional atenuada.

Com efeito, a investigação dos fenómenos emocionais com recurso à simples apresentação de diapositivos que contêm desenhos, palavras, imagens do IAPS ou similares, promove a passividade do sujeito, não possibilitando a sensação de presença no ambiente nem a interacção com o estímulo desencadeador da emoção. Caracterizam-se, pois, por uma validade ecológica limitada (Courtney et al., 2010).

Ora, como se disse oportunamente, investigador da emoção deve procurar paradigmas metodológicos alternativos que optimizem a indução da resposta emocional no contexto controlado do laboratório, sejam susceptíveis de submissão à manipulação experimental e possibilitem a avaliação integrada das várias vias de manifestação das emoções induzidas. A tecnologia da RV pode fornecer as situações-estímulo para tal metodologia, ao conferir ao participante a sensação de presença e imersão e a possibilidade de interacção nos ambientes emocionógenos, *i.e.*, a emulação laboratorial da realidade. Resta comparar as respostas emocionais assim induzidas com as que se conseguem por via dos materiais tradicionais e demonstrar que a tecnologia necessária para a administração dos estímulos produzidos deste modo não inviabiliza a mensuração laboratorial das emoções.

### **5.1. Potencialidades da Realidade Virtual na Indução das Emoções**

Da mesma forma que a bengala ou o cão-guia de um cego e o microscópio de um biólogo celular são o instrumento central na sua percepção do mundo, também as construções artificiais rigorosas dos ambientes físicos são cada vez mais consideradas nas metodologias de avaliação das respostas humanas (Tan, 2004).

Nas últimas décadas, temos assistido ao desenvolvimento de novas interfaces virtuais que alteraram a relação entre o Homem e o computador, ou entre o Homem e o televisor. Neste sentido, grande parte dos novos formatos de apresentação televisiva e cinematográfica, nomeadamente com recurso à tecnologia 3D, são produzidas, nos tempos contemporâneos, para satisfazer o desejo constatado da população geral de obter estados moderados de excitação e relaxamento (Zilman, 1990). De facto, investigadores como Freeman e Avons (2000) constataram que a maior parte dos participantes inquiridos consideram a visualização de imagens 3D mais “envolvente” do que a visualização de imagens 2D. O que distingue umas das outras?

Os dados espaciais 2D sobre um determinado objecto fornecem-nos duas dimensões gráficas – largura e altura (tal como aquilo que conhecemos como fotografia), às quais os sistemas 3D acrescentam a dimensão de profundidade. Segundo Tory, Kirkpatrick, Atkins e Möller (2006), cada uma das modalidades de percepção é eficaz para diferentes tarefas: as visualizações 2D permitem a análise de medidas e detalhes, bem como a avaliação absoluta da distância, enquanto as imagens 3D facilitam a avaliação, compreensão e mapeamento espacial aproximado de um determinado ambiente virtual (John, Cowen, Smallman, & Oonk, 2001; Wickens, Merwin, & Lin, 1994). De facto, encontrámos na literatura vários estudos que procuram identificar as funções de cada um dos sistemas de visualização de imagens, mas fazem-no separadamente e aqueles que apresentam uma análise comparada dos dois formatos são ainda muito poucos (Tory et al., 2006). São ainda menos os que se propõem comparar as aplicações dos sistemas 2D e sistemas 3D no âmbito da neurociência afectiva, embora seja possível exemplificá-los com os estudos que aqui apresentamos.

Começemos por apresentar alguns dos estudos mais marcantes na avaliação e comparação das características dos dois sistemas de visualização.

De acordo com Cesarei e Codispoti (2006), o sistema visual humano possui uma capacidade extraordinária para reconhecer diferentes condições de visualização (tamanho, distância, conteúdo, cor, entre outras) e organizar adaptativamente as respostas subsequentes mediante o grau de relevância dos estímulos. Para além disso, a capacidade discriminatória e o tamanho da retina está directamente relacionado com o tamanho e a distância a que o estímulo se encontra (Loftus & Harley, 2005).

No entanto, em 1996, Detenber e Reeves alegaram que “o sistema cerebral humano não [estaria suficientemente] especializado para lidar com a *media* do séc. XX” [uma vez que não existiria] uma função neuronal ou uma região anatómica específica que auxiliasse o ser humano na diferenciação da experiência mediada<sup>10</sup> da experiência não mediada e na alteração correspondente do processamento mental” (p.66). Tal como nos dizem estes autores, somos capazes de estabelecer diferenças entre uma fotografia e o ambiente real, mas as respostas perante as imagens digitais correspondentes são precedidas e condicionadas por automatismos gerais (respostas não-específicas).

Por exemplo, em 1975, Fantz, Fagan e Miranda debruçaram-se sobre as questões do tamanho e da quantidade dos elementos apresentados, concluindo que as crianças demonstram mais interesse por desenhos de maior dimensão e com maior número de objectos. Ora, a resposta humana a certas propriedades de um estímulo ou ambiente (neste caso, tamanho e quantidade) deriva simplesmente da programação filogenética que, ainda hoje, continua a determinar um alargado leque de comportamentos, juízos e decisões (Damásio, 1994; LeDoux, 2000; Pelham, Sumarta, & Myaskovsky, 1994).

Detenber e Reeves (1996), apoiando-se na própria indústria cinematográfica que, a partir de 1950, decidiu investir na projecção de grande dimensão, referiram que o potencial da experiência provocada por um filme é influenciado pelo tamanho da imagem projectada. Frequentemente comparados com as emissões televisivas e mesmo com as performances ao vivo, os sistemas de projecção alargada pareciam despoletar experiências mais atraentes e mais imersivas. Ainda de acordo com os autores supracitados, até meados de 1990 os estudos mais avançados desenvolvidos no âmbito da psicologia organizacional e industrial terão avaliado apenas aspectos relacionados com a ergonomia e o ângulo de visão. No entanto, os resultados obtidos vieram mesmo

---

<sup>10</sup> O termo “mediada/o” refere-se, nesta dissertação, a tudo o que é ou ocorre em ambientes simulados que reproduzem o seu equivalente do mundo real.

a determinar a dimensão (19 polegadas) dos aparelhos televisivos construídos para uso doméstico.

Posteriormente, desenvolveram-se numerosos estudos em que se efectuaram análises comparativas entre estímulos de pequena dimensão e estímulos de grande dimensão, sob o ponto de vista experiencial do sujeito. Em 1996, Reeves e Nass alegaram que a dimensão da imagem tem um impacto crucial na interacção homem-*media*, dado que se constitui como um dos factores mais primitivos na elucidação sobre o ambiente (e.g., fornecem indicações sobre o perigo que um animal corre). Partindo desta premissa, os autores previram que o tamanho dos estímulos teria efeitos semelhantes quando em ambientes mediados (e.g., estímulos de maior dimensão realçam a *valência* e a intensidade ou *activação* emocional).

Mais tarde, Reeves, em colaboração com outros investigadores, comparou estímulos de grande dimensão (124 x 70 cm) com estímulos de média dimensão (33 x 24 cm) e estímulos de pequena dimensão (5 x 3.6 cm) através das respostas autonómicas a estímulos activadores e a estímulos não-activadores, indicando respostas emocionais mais intensas nos estímulos de maior dimensão (Reeves, Lang, Kim, & Tatar, 1999).

Um outro grupo de investigadores (Simons, Detenber, Roedema, & Reiss, 1999) procurou avaliar o impacto do tamanho, do conteúdo e do movimento do estímulo na qualidade percebida da emoção induzida (SAM - *valência*, *intensidade* e *dominância*) e nas respostas fisiológicas associadas (RC, CEP e EMG). De todas as variáveis, a variável *movimento* foi aquela que revelou resultados mais surpreendentes: tanto o questionário de auto-relato como os dados fisiológicos indicaram que contribui para captar e manter a atenção do indivíduo na imagem, aumenta a *intensidade* da resposta emocional e tem impacto na *valência*.

Inspirado pelo trabalho de Reeves e Nass (1996) e pelas explicações pouco operantes da área do Comércio Electrónico, Lee (2001) procurou avaliar os efeitos de algumas características de interfaces da Web (tamanho da imagem, fidelidade visual e movimento) da atenção e memória nas respostas emocionais. Para isso, solicitou a uma amostra de estudantes universitários que procurasse informação específica numa plataforma de Comércio Electrónico experimental 2D e, posteriormente, completasse tarefas de atenção e memória, bem como várias escalas de auto-relato. De facto, os



resultados obtidos permitiram concluir que: há um efeito do tamanho da imagem, fidelidade visual, movimento e a interacção entre estes últimos na intensidade; a maior dimensão do estímulo facilita as tarefas de memória; a fidelidade visual e o movimento melhoram os resultados nas tarefas atencionais.

Tan (2004) efectuou uma série de estudos no sentido de apurar a influência do tamanho da imagem (conservando o ângulo de visão e a legibilidade) no desempenho cognitivo. O primeiro permitiu concluir que as projecções em dispositivos de larga dimensão potenciam a aptidão dos indivíduos para tarefas de orientação espacial. Num segundo estudo, Tan constatou uma maior disposição para ler referências particulares quando apresentadas em telas de maior dimensão. O terceiro estudo permitiu concluir que as descontinuidades físicas introduzidas por molduras ou por diferenças de profundidade em telas de grande e pequena dimensão não se mostraram relevantes nas tarefas de atenção dividida. Não obstante, o fraccionamento da profundidade resultante da visualização numa tela pequena relativamente próxima e numa tela de grande dimensão mais distante prejudicou o desempenho quando a informação foi colocada em ângulos de visão superiores.

Contudo, em 2006, uma equipa de investigadores (Sánchez-Navarro, Martínez-Selva, Román & Torrente) seleccionou imagens do IAPS de conteúdo desagradável, neutro e agradável para a manipulação da variável *tamanho* (grande: 120 x 90 cm e pequeno: 52 x 42 cm), com o objectivo de compreender a influência do conteúdo e das propriedades físicas de estímulos afectivos nos índices psicofisiológicos, comportamentais e cognitivos das respostas emocionais. Procedeu-se ao registo do Reflexo Ocular de Sobressalto, CEP, RC, Tempo de Visualização (duração livre), Valência e Intensidade, mas não se encontraram resultados significativos para a variável *tamanho* em nenhum dos registos efectuados, refutando os resultados de algumas investigações anteriores. Por outro lado, concluíram que o conteúdo tem influência na resposta emocional, sendo os resultados mais evidentes nos estímulos altamente activadores, quer de valência agradável, quer desagradável.

Considerando ainda que as emoções evoluíram de reacções simples a estímulos ameaçadores e apetitivos (sobretudo aos de maior dimensão e proximidade), Cesarei e Codispoti (2006) projectaram imagens em monitores de 19 polegadas (46 x 44 cm) e avaliaram os PRE durante uma tarefa de dupla categorização para investigar a hipótese

de que a modulação das respostas emocionais a estímulos biológicos relevantes varia de acordo com o tamanho destes últimos (100%, 50%, 25% e 12.5% de 19 polegadas). Apesar de constatarem que não existem diferenças significativas a nível dos potenciais de curta e longa latência entre imagens grandes e pequenas, verificaram níveis inferiores de modulação emocional nas fases mais precoces de processamento em estímulos de pequena dimensão.

No mesmo ano, Bakdash, Augustyn e Proffitt (2006) referiram que o recurso (cada vez mais frequente) a ecrãs de elevada dimensão estaria relacionado com o seu potencial de imersão e presença e investigaram o efeito do tamanho dos estímulos (ecrã 25 polegadas de diagonal vs. 72 polegadas de diagonal) no reconhecimento objectivo de locais-alvo (“target locations”, p. 1), recorrendo já a um sistema de projecção 3D. Os resultados obtidos sugeriram que a projecção dos estímulos em ecrãs de maior dimensão potencia a aprendizagem espacial dos ambientes virtuais e que esta aprendizagem pode reflectir-se na capacidade de orientação espacial no mundo real.

Desde 2006, as interfaces 3D que têm vindo a surgir e existem na actualidade são bastante mais evoluídas. Tratemos das suas especificidades. Algumas delas simulam ambientes reais e favorecem a imersão e a interacção, aumentando significativamente a sensação de presença no ambiente virtual e despoletando respostas semelhantes às aquelas que ocorrem em ambientes reais (Cortés, 2008). Duas dessas interfaces são a RV e a Realidade Aumentada (RA) e, muito embora a primeira adquira uma importância especial neste estudo, parece-nos pertinente introduzir algumas noções sobre a segunda já que as suas características apresentam igualmente um potencial metodológico na avaliação e investigação das respostas individuais.

De acordo com a equipa de investigação de Botella (Botella et al., 2007), a RA, de origem posterior à RV, supõe a introdução de alguns elementos virtuais (objectos, pessoas, imagens, textos, etc.) no mundo real. Deste modo, o indivíduo visualiza ao mesmo tempo, através de uma ou mais câmaras, o contexto real em que se encontra e alguns elementos virtuais. Estes últimos vão sobrepor-se ao primeiro, fornecendo informações adicionais de extrema relevância na percepção da imagem final.

Portanto, enquanto a RA permite ao indivíduo a percepção de apenas alguns elementos virtuais que enriquecem o contexto real, a RV recria um ambiente semelhante ao real na sua totalidade. Como se disse na introdução deste trabalho, a RV define-se

como um conjunto de tecnologias computadorizadas que, quando combinadas, estabelecem uma relação com o mundo gerado por computador de tal maneira convincente que o utilizador considera que está realmente num ambiente tridimensional (Seabra & Santos, 2005; Silvério et al., 2000).

Burdea foi um dos pioneiros neste campo e, já em 1993, definiu a RV como uma “interface complexa do utilizador que engloba simulações e interações em tempo real através de múltiplos canais sensoriais” (Botella et al., 2007, p. 33). Riva, Gaggioli e colaboradores (2007) referiram que os ambientes virtuais funcionam como meios de “comunicação afectiva”, eficazes na indução de respostas emocionais, comportamentais e fisiológicas coerentes com o conteúdo do ambiente recriado, constituindo-se, desse modo, como um bom método para avaliar as alterações dinâmicas dessas mesmas respostas em contexto experimental. Mais recentemente, a equipa de investigação de Gorini afirmou mesmo que as características de uma experiência RV, em particular o elevado nível de controlo da interação e o enriquecimento da experiência fornecida ao utilizador, transformam-na num sistema imaginativo experimental avançado tão eficaz quanto a própria realidade em induzir respostas emocionais (Gorini et al., 2009). Também Lang chega a referir que a exposição mediada a objectos temidos favorece um processamento emocional mais intenso do que a percepção de imagens em sistemas de visualização tradicionais (Coelho et al., 2005).

No entanto, o potencial da RV na indução destas respostas está teorizado mas não empiricamente estudado. Além disso, pode sofrer variações consoante a tipologia dos dispositivos de visualização utilizados. Cabe-nos também advertir que a visualização convencional de simples imagens ou objectos 3D em telas ou ecrãs de computador não deve ser confundida com a visualização 3D em estereoscopia. Nesta última, de acordo com Boulos e Robinson (2009), a percepção da profundidade, dos diferentes planos e da distribuição dos objectos é mais realista, dado que são apresentadas diferentes imagens da mesma cena a cada um dos olhos. Já nos sistemas convencionais, ambos os olhos recebem a mesma imagem, experienciando apenas uma sensação relativa de profundidade.

A grande maioria dos humanos possui a capacidade de perceber e medir a profundidade com os dois olhos através de visão (estéreo) que pode definir-se como "o estado visual em que as imagens do ambiente, projectadas separadamente sobre as

retinas de ambos os olhos, são percebidas simultaneamente como uma única imagem” (Gallego & González, cit. in Vicario, 1998, p. 203).

No entanto, quando se fixa um ponto central, equidistante dos dois olhos, os objectos na envolvência podem projectar uma imagem (ligeiramente) diferente em cada retina (o mesmo objecto estimula uma porção diferente da retina), produzindo a chamada disparidade binocular. No ponto onde coincidem os focos visuais de cada olho, a disparidade vale zero (Raposo, Szenberg, Gattass, & Celes, 2004). Por outro lado, a distância entre os pontos correspondentes das imagens do olho direito e esquerdo na imagem projectada na tela designa-se de paralaxe.

Disparidade e paralaxe são, de facto, entidades similares: a diferença entre elas reside no facto de a primeira ser medida na retina e a segunda no ecrã de projecção. Pode ainda dizer-se que é a paralaxe que produz disparidade e que esta, por sua vez, produz estereoscopia (Siscoutto et al., 2006). Existem três tipos de paralaxe (ver Figura 4.): a) *Paralaxe zero* (ZPS - Zero Parallax Setting) - o objecto é visto no plano da tela de projecção; b) *Paralaxe negativa* – o objecto parece flutuar à frente da tela (muito mais fatigante para o utilizador); e c) *Paralaxe positiva* - o objecto parece flutuar atrás da tela (Raposo et al., 2004; Siscoutto et al., 2006).

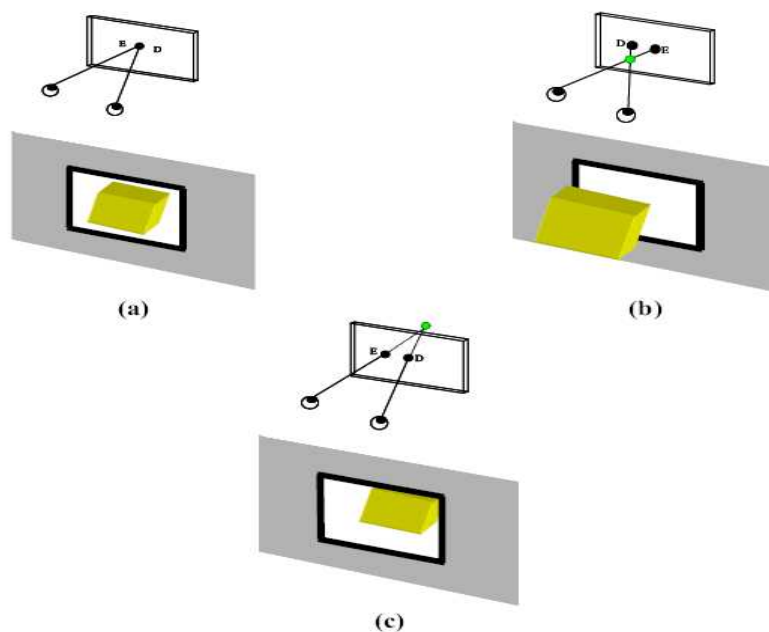


Figura 4. Tipos de paralaxe: a) Paralaxe zero (ZPS), b) Paralaxe negativa e c) Paralaxe Positiva (Siscoutto et al., 2006).

De uma forma geral, a visão binocular apresenta uma vantagem significativa sobre a visão monocular, permitindo a percepção tridimensional do ambiente – a estereoscopia. A sua base anatómica localiza-se na separação horizontal dos globos oculares, o que origina ligeiras diferenças nas imagens formadas na retina de cada olho. Os nossos olhos distam cerca de 65 mm e podem convergir e divergir de modo a cruzarem os seus eixos num ponto específico, mais perto ou mais longe da região nasal. Os músculos responsáveis pelos movimentos dos globos oculares transmitem ao cérebro informação relativa ao grau de convergência dos eixos visuais, o que lhe permite aferir a distância a que ambos se cruzaram naquele momento (Correia, 2005). Assim, muito embora essas imagens sejam recebidas a duas dimensões, o sistema visual humano é capaz de processar e gerar a terceira dimensão (Vicario, 1998) através de processamento estereoscópico.

Ora, os sistemas virtuais procuram recriar as condições reais de visualização tanto quanto possível. Assim, grande parte dos sistemas de filmagem de conteúdos 3D “requer que a captação seja feita em dois canais independentes, um para cada olho, e para tal, recorre-se a duas câmaras” (Cotilho, Silva, & Carinhas, 2009, p. 2) ou a uma câmara com duas objectivas. Uma delas capta a imagem do olho esquerdo enquanto a outra capta a imagem do olho direito, fornecendo duas perspectivas determinantes para a percepção espacial dos eventos. Neste caso, a distância interocular ou interaxial refere-se à distância entre o centro das duas lentes e determina a sensação de profundidade da imagem. Deve, pois, aproximar-se dos 64 mm a que distam os olhos do ser humano. No entanto, esta distância pode ser manipulada para se conseguir uma sensação superior de profundidade (Cotilho et al., 2009).

De acordo com Cortés (2008), a grande diferença entre a visão real estereoscópica e a projecção estéreo 3D reside no modo como o nosso sistema visual reage às duas condições. Em situações reais, ajustamos a focagem (acomodação dos olhos) para o ponto em que os olhos convergem, isto é, “convergência<sup>11</sup> e acomodação<sup>12</sup> estão sincronizadas” (p. 6). Na projecção 3D focamos apenas na superfície da tela. No entanto, como os objectos podem flutuar para dentro ou fora do ecrã (dependendo da sua localização nos 3 eixos cartesianos -  $x$ ,  $y$  e  $z$ ), os nossos olhos deveriam modificar o ponto de convergência, mantendo um ponto fixo de focagem. Como esta divisão entre

---

<sup>11</sup> Convergência: rotação dos olhos na direcção horizontal, produzindo fusão (Lipton, 2009).

<sup>12</sup> Acomodação: capacidade de ajuste dos olhos na focagem de um objecto (Lipton, 2009).

acomodação e convergência não é um processo habitual, nem todas as pessoas conseguem adaptar-se. Em alguns casos, o uso excessivo pode provocar fadiga visual e até diplopia (visão em duplicado), uma vez que o cérebro não compreende a imagem que está a receber. A única situação em que não existe conflito entre acomodação e convergência é no ZPS (Raposo et al., 2004).

Foram, precisamente, as razões acima explicitadas que nos levaram a utilizar um sistema de RV estereoscópica no sentido de aproximar as condições oferecidas às necessárias para uma percepção visual semelhante à que ocorre perante ambientes reais. No entanto, os sistemas de RV estereoscópica podem ainda ser divididos em activos e passivos.

A estereoscopia passiva consiste na projecção alternada de duas imagens (Zelle & Figura, 2004) e pode ser efectuada por meio de dois métodos: anaglifo ou polarizado. No primeiro são apresentadas duas imagens sobrepostas do mesmo objecto ou ambiente, em cores diferentes: por norma a imagem que chega ao olho esquerdo é projectada em tons de vermelho e a imagem que chega ao olho direito surge em tons de azul ou ciano (Boulos & Robinson, 2009; Zelle & Figura, 2004). De modo a que cada imagem chegue apenas ao olho correspondente, este sistema requer a utilização de óculos simples, de baixo custo, em que as lentes são de cor cromaticamente opostas uma à outra. Dessa forma, apesar das imagens estarem sobrepostas, cada uma das retinas recebe uma só imagem que, quando integradas cerebralmente, permitem a sensação de profundidade. O sistema anaglifo é extremamente fácil de recriar e não necessita de instrumentos especiais de projecção ou visualização (Boulos & Robinson, 2009; Seabra & Santos, 2005; Zelle & Figura, 2004). No entanto, é considerado um método arcaico de RV, em que a imagem perde grande parte das suas características cromáticas originais e, por isso mesmo, pode gerar fadiga no utilizador (Zelle & Figura, 2004).

No método passivo de estereoscopia polarizada são utilizados dois projectores para polarizar (ordenar os feixes luminosos) cada uma das imagens. Neste caso, recorre-se a diferentes orientações da luz (normalmente desfasadas em 90°) para codificar os canais esquerdo e direito de um par de imagens estereoscópicas. Para visualizar o efeito, o observador tem de utilizar uns óculos igualmente polarizados, que efectuem a separação dos canais: cada lente apenas permite a entrada da luz polarizada

correspondente. O método polarizado produz óptimos efeitos estereoscópicos e permite a preservação das cores reais da imagem. A grande desvantagem reside no facto de serem necessários dois projectores para obter o resultado desejado e de uma tela espelhada ou prateada para evitar a despolarização da luz ao reflecti-la novamente no ambiente (Boulos & Robinson, 2009; Cortés, 2008; Seabra & Santos, 2005; Zelle & Figura, 2004).

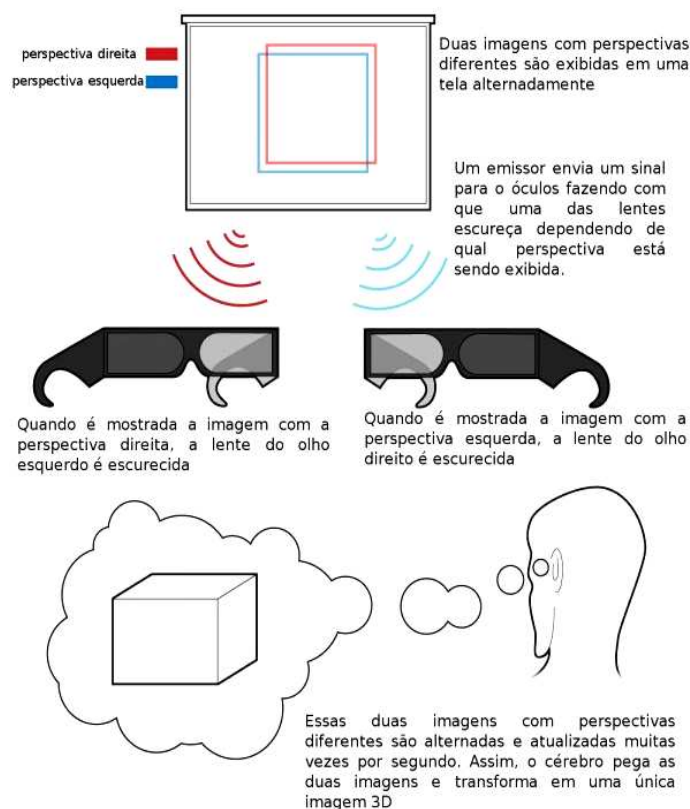


Figura 5. Esquema explicativo da projecção estereoscópica activa (Zelle & Figura, 2004).

Nos sistemas de projecção estereoscópica activa (ver Figura 5.) podemos incluir os obturadores sincronizados (LCS - *Liquid Crystal Shutter* ou LCD - *Liquid Crystal Display*). Este método permite apresentar as imagens esquerda e direita de forma sequenciada, alternada e sincronizada através de uns óculos com obturadores de cristal líquido (Correia, 2005) que, dependendo do impulso eléctrico que recebem, deixam a lente opaca ou translúcida. Assim, num televisor, o sincronismo entre os obturadores e a varredura da tela faz com que se visualize apenas os campos ímpares com um dos olhos e, com o outro, somente os campos pares. Já num ecrã de computador, as imagens

dirigidas aos olhos esquerdo e direito oscilam numa velocidade superior a 60 quadros por segundo. O sincronismo entre a imagem exibida e a oclusão é de tal forma rápida que suprime a capacidade do ser humano perceber a alternância da primeira (Correia, 2005; Maschio, 2008; Zelle & Figura, 2004).

A projecção activa produz excelentes efeitos estereoscópicos e é geralmente utilizada em ambientes de RV de alta qualidade. No entanto, a sua utilização em outros contextos não é muito viável, uma vez que, quer o projector, quer os óculos necessários são bastante caros e frágeis (Zelle & Figura, 2004).

As técnicas de RV utilizadas com o intuito de incutir ao espectador uma sensação melhorada de imersão e presença na cena têm evoluído bastante ao longo do tempo. Na década de 50, Morton Heilig, criou o *experience theater* (teatro de experiência) e promoveu-o como o cinema do futuro. Deste modo, sugeriu um novo formato de cinema com o intuito de emergir o espectador numa verdadeira experiência virtual através de estimulação multi-sensorial: combinação de imagens 3D, som estéreo, vibrações mecânicas, correntes de ar e aromas. Só em 1962 foi construído o protótipo tecnológico que permitiu a operacionalização desta ideia – o *Sensorama* – juntamente com cinco filmes para nele serem exibidos. Muito embora os trabalhos de Heilig tenham sido interrompidos por falta de financiamento, a sua criação elevou as expectativas no mundo da realidade virtual e, passados 40 anos, Rheingold (1992) no seu livro sobre *Virtual Reality*, chega mesmo a tecer comentários elogiosos sobre o realismo deste sistema (Raposo et al., 2004; Robinett, 1994).

Outro sistema de visualização utilizado é o chamado *Head Mounted Display* (HMD). Como o nome indica, o indivíduo utiliza uma espécie de capacete com dois visores com sistemas ópticos próprios que geram uma imagem para cada olho. Apesar de possibilitar uma grande sensação de imersão, este dispositivo é bastante caro, possui uma resolução demasiado reduzida da imagem para que se consigam aplicações realísticas e o acesso é restrito a um utilizador de cada vez. Deste modo, os HMD são sobretudo utilizados para entretenimento e para fins militares (Correia, 2005; Rolland & Hua, 2005).

Um outro sistema de RV altamente imersivo, designado *CAVE*, foi inicialmente criado e desenvolvido no *Electronic Visualization Laboratory* da Universidade de Illinois, em 1992, por Cruz-Neira, Sandin e DeFanti, juntamente com alguns alunos do



laboratório. O sistema CAVE consiste na projecção direccionada a 3, 4, 5 ou 6 paredes de uma sala cúbica com aproximadamente três metros de lado. Trata-se, pois, de uma sala onde as paredes, piso e tecto funcionam como telas para a projecção sincronizada das várias partes do ambiente virtual. Neste dispositivo, o espectador tem uma sensação de completa imersão, podendo até interagir com o sistema através de luvas, rastreadores e óculos estereoscópicos (Correia, 2005; Neto, 2004).

Entretanto, a empresa canadiana *IMAX Corporation* criou um formato de filme (*IMAX*) de maior tamanho e resolução do que os sistemas convencionais. Este sistema é composto por várias técnicas e as variantes do formato tradicional IMAX incluem já o IMAX Dome (plateia inclinada), o IMAX 3D e o IMAX Digital. De uma forma geral, este sistema requer a utilização de uma câmara IMAX, equipamento de captura de vídeo com elevada resolução 3D, que capta simultaneamente, mas em separado, a imagem de cada um dos olhos em duas películas de 65mm (tal como já foi referido anteriormente, esta câmara possui duas lentes a uma distância interocular de 64mm). Para a reprodução do filme é utilizado um projector IMAX 3D que projecta as duas películas num ecrã especial IMAX (22m x 16.1m – ecrã mais pequeno). Para que o espectador consiga perceber a profundidade utiliza uns óculos IMAX 3D polarizados (P3D) ou uns *Electronic Liquid Crystal Shutter Glasses* (E3D) (Neto, 2004). Em 2007 existiam cerca de 280 cinemas IMAX em 39 países (60% deles localizados no Canadá e nos Estados Unidos), dedicados tanto a fins comerciais como educacionais, alguns deles com telas de área superior a 1.000 m<sup>2</sup> (Mathew, 2008).

Actualmente, existe uma vasta gama de equipamentos, nomeadamente televisores e monitores 3D, que procuram recriar as condições necessárias para a visualização tridimensional em contexto doméstico.

As primeiras experiências sobre estereoscopia em televisão iniciaram-se em 1988, num comercial da Coca-Cola que obrigou à distribuição de milhões de óculos anaglifos (Maschio, 2008). Mais tarde, em 1993, a emissora britânica BBC gravou e emitiu uma série de programas através de um sistema que providenciava a ilusão de profundidade para quem utilizasse o mesmo tipo de óculos (Fox, 1993). Já em 1997, as emissoras ABC e NBC começaram a emitir episódios em estereoscopia de alguns dos programas mais populares. Ainda para dispositivos de visualização convencionais encontramos alguns produtos externos, tais como lentes, receptores tipo *Mac*, telas e

óculos polarizados, decodificadores para que os sinais de vídeo não-estereoscópicos fossem simulados matematicamente a fim de gerar o efeito estereoscópico, softwares para emular a estereoscopia em computadores, decodificadores para leitores de videocassetes, entre outros (Maschio, 2008).

Um dos sistemas mais conhecidos para TV convencional foi o *Nuoptix* da Toshiba, que podia ser usado em televisores comuns e com óculos especiais. O sistema gravava imagens utilizando uma câmara especial, que alternava rapidamente as imagens de cada olho no monitor e, utilizando um adaptador ao leitor vídeo, permitia com os óculos, entrar em sincronia com a imagem alternada, dando o efeito 3D desejado (Waters, 1988). Para além destes sistemas criados para se adaptarem a televisores comuns, têm sido desenvolvidas novas tecnologias em novos televisores, monitores e sistemas de projecção, sem sedimentação de uma escolha e padronização.

A tecnologia mais recente tem-se baseado em algumas experiências com monitores que não necessitam de óculos especiais, sejam polarizados ou anaglíficos. De acordo com Maschio (2008), alguns entusiastas, como Robert e Bass, criaram em 2007 um sistema próprio de televisão 3D, que não requer óculos especiais. Utilizam um ou mais monitores de cristal líquido sobre um monitor mãe, servindo-se de *layers* (camadas) para obter a impressão de profundidade. Não obstante, alguns televisores / projectores que tentam dispensar a utilização de óculos para exibir em 3D apresentam algumas limitações. Por exemplo, se o espectador não estiver numa localização específica em relação ao monitor ou projector, não obtém a percepção 3D. Outros há em que se consegue a recepção pretendida, mas a resolução decresce inevitavelmente. Encontrar um sistema que apresente o menor número de defeitos possível é, então, o grande problema a ser solucionado (Maschio, 2008).

Um produto um pouco diferente é a criação do *Comando Naval Americano*, na Califórnia, que desenvolveu um sistema de televisão 3D através de lasers e vibração de cristais de tellurium, podendo assim produzir imagens de qualquer cor. Este sistema apresenta imagens em 3D iguais a hologramas, podendo ser vistas a partir de qualquer ângulo de visão, dando uma impressão volumétrica, e recriando um mundo em miniatura dentro deste equipamento (Daviss, 1995).

Outro avanço actual na estereoscopia é a tentativa de criação de uma televisão “imersiva”, que misturaria a interactividade da futura TV digital, com a TV estéreo 3D e mesmo a sensação de estar completamente no local remoto (Maschio, 2008).

Assistimos, pois ao desenvolvimento constante de novos equipamentos e técnicas de visualização cumprindo-se a profecia de Pastoor e Wijpking que, em 1997, alegaram que os ecrãs auto-estereoscópicos e volumétricos iriam dominar o modo de visualização 3D a médio prazo, uma vez que as técnicas aplicadas sofreriam enormes avanços.

Os mais recentes investimentos nesta área estão agora nas mãos da Toshiba e destinam-se a televisões equipadas com múltiplas microlentes, que encaminham os feixes luminosos em vários ângulos, a fim de dar a sensação de 3D. Esta empresa acredita que a nova geração de televisores 3D poderá superar os constrangimentos comerciais criados pelo uso de óculos especializados e acrescenta outra vantagem de igual relevo: os sistemas que dispensam os óculos são menos cansativos que aqueles que os exigem. Esse tipo de televisores baseia-se num sistema chamado *multi-parallax* que é capaz de formar imagens 3D, dispensando os óculos. Por enquanto, a resolução máxima é de 1280 x 800 *pixels* e o brilho não é dos melhores, uma vez que o protótipo tem que gerar simultaneamente nove imagens para poder criar o efeito 3D. Uma das suas desvantagens reside no ângulo de visão: enquanto os LCDs actuais atingem os 180°, este chega somente a 30° (Exame Informática, 2010). Não obstante, o facto de que estamos perante um avanço tecnológico marcado nos sistemas de visualização 3D / RV é inegável.

Os sistemas de visualização são uma peça importante, mas há certas características dos próprios ambientes de RV que lhes permitem desempenhar funções análogas à realidade, como a interacção, o realismo, a presença, a imersão e o movimento.

De acordo com Lévis (2006), os sistemas de RV correspondem a bases de dados interactivos capazes de efectuar simulações de um ambiente real passíveis de exploração e manipulação intuitiva em “tempo real”. A interacção em 3D implica diversos aspectos, entre os quais a definição de parâmetros que determinam o mapeamento dos objectos no ambiente virtual. Esta manipulação permite interagir com o produto final, facilitando a compreensão das características principais e induzindo o

raciocínio analítico. A interacção é, assim, uma das características que distinguem um ensaio em RV da simples experiência de ver um filme ou uma fotografia (Coelho et al., 2005; Wiederhold & Rizzo, 2005).

O realismo define-se pelo grau de aproximação visual do ambiente virtual ao real e é determinado pela resolução e fidelidade da imagem; pela reprodução exacta das propriedades e funções/reacções dos objectos; pela possibilidade de interacção intuitiva em “tempo real”; pelo feedback ou resposta sensorial, i.e., o indivíduo deve ser capaz de perceber tanto a rigidez como a elasticidade do objecto virtual, bem como os restantes indicadores tácteis e proprioceptivos (Lévis, 2006).

As sensações de imersão e presença são aludidas por Latta e Oberg (1994), quando referiram que a RV permite que o sujeito se sinta fisicamente presente no ambiente virtual e interactue com os objectos que nele se encontram. Da mesma forma, Velez-Langs e Larboulette (s.d.) alegaram que os ambientes virtuais são utilizados para que o indivíduo se sinta “parte de uma experiência sintética” ou então “imerso numa experiência”. Embora completamente diferentes, estes dois estados – presença e imersão – estão intimamente relacionados e, por isso, são frequentemente confundidos (Dillon, Keogh, Freeman, & Davidoff, 2000; Velez-Langs & Larboulette, s.d.). A separação teórica entre estes dois conceitos foi efectuada Slater (1999), reservando o termo imersão para o que a tecnologia oferece em termos mais objectivos.

Em 1997, Lombard e Ditton descreveram o conceito de presença como a “ilusão perceptiva não mediada que envolve uma resposta contínua (em «tempo real») dos sistemas humanos de processamento sensorial, cognitivo e afectivo” (p. 9). Outros autores definiram a presença virtual como um estado de consciência que permite ao indivíduo sentir a sensação “subjectiva” (Slater, 2003) de estar fisicamente presente no local projectado (Freeman, Avons, Pearson, & IJsselsteijn, 1999) mais do que no local onde se encontra efectivamente (Velez-Langs & Larboulette, s.d.). Esta sensação é fortalecida pela qualidade dos grafismos apresentados, pelo nível de interacção permitida, pela estereoscopia do som e pela receptividade do indivíduo.

Um elevado grau de presença provoca mais vontade de experimentar os objectos do ambiente virtual do que os objectos do contexto real em que o indivíduo se encontra. De uma forma geral, o indivíduo percebe a existência de dois ambientes distintos – o real e o virtual - interessando-se mais pelo virtual (Velez-Langs & Larboulette, s.d.).

Mais, o indivíduo reage cognitivamente a este último tal como o faria no mundo real. A presença corresponde, então, ao transporte dos processos conscientes do indivíduo para um sistema alternativo, de tal modo que o conceito referido é descrito por Sanchez-Vives e Slater (2005) como a própria “consciência dentro da realidade virtual” (p. 338). Curiosamente, os autores socorrem-se de Damásio para alegar que:

A consciência ocorre quando podemos gerar, automaticamente, o sentido de que um determinado estímulo é percebido numa perspectiva pessoal; o sentido de que o estímulo é uma «propriedade» do organismo envolvido na percepção e, por último e não menos importante; o sentido de que o organismo pode agir (ou não) sobre o estímulo (cit. in Sanchez-Vives & Slater, 2005, p. 338).

Assim, o sentimento de presença tende a ser tanto maior quanto mais envolvido em tarefas o participante se encontrar, e menor quanto mais passiva for a permanência no ambiente de RV (Coelho et al., 2005). Por fim, importa referir que um grau contínuo de presença pode desencadear respostas psicofisiológicas mais sustentadas (Dillon et al., 2000).

Em 2002, Meehan, Insko, Whitton e Brooks mostraram que as respostas autonómicas e os auto-relatos sobre o medo e a presença correlacionam-se quando os participantes enfrentam um abismo virtual através de HMD em condições variadas de visualização. Para além disso, as manipulações dos dispositivos de visualização que podem incrementar a sensação de presença, tais como aumentar o tamanho da tela e incluir objectos em movimento, produzem padrões de activação autonómica superiores, aumentam a *valência* nos auto-relatos subjectivos e acentuam algumas diferenças entre os conteúdos (Detenber et al., 1996; Lombard & Ditton, 1997; Reeves et al., 1999; Simons et al., 1999). Lembramos que Simons e seus colaboradores (1999) já tinham referido que essas manipulações afectam a dimensão da *intensidade* da emoção, embora não a dimensão da *valência*.

Embora o conceito de presença tenha sido sistematicamente aplicado à televisão convencional e à visualização de filmes, as particularidades deste tipo de experiência mediada não prestam grande contributo para a indução da presença (Dillon, Keogh, & Freeman, 2002). Lombard e Ditton (1997) argumentaram que as convenções televisivas e cinematográficas, tais como flashbacks, a passagem do tempo, o uso da música, entre outras, podem alertar os telespectadores para a natureza mediada da sua experiência, e

assim, reduzir a sensação de presença. Além disso, embora as imagens da televisão e do cinema sejam fotorrealistas, as informações visuais e auditivas fornecidas aos telespectadores são relativamente pobres em comparação com a experiência multi-sensorial da vida quotidiana. Isto pode conduzir a uma certa distância psicológica dos eventos descritos, permitindo que os indivíduos tenham sentimentos intensos, mas sem envolvimento real (Coelho, Tichon, Hiné, Wallis, & Riva, 2006). Refira-se ainda que as informações sensoriais do mundo real podem competir com a informação sensorial de uma tela, reduzindo o nível de presença (Barfield, Zeltzer, Sheridan, & Slater, 1995).

Já o sentir-se “imerso numa experiência”, implica que o indivíduo sinta o ambiente virtual como a única experiência em curso, alheando-se o mais possível da realidade envolvente (Lévis, 2006). Esta experiência depende, pois, mais do que das características do indivíduo, da capacidade técnica do sistema virtual em criar um ambiente envolvente convincente e potenciador da interação. A imersão é intensificada pela extensão do campo visual, pelo número de experiências sensoriais que o sistema estimula, pela qualidade da prestação em cada modalidade sensorial, pela extensão da monitorização permitida, pelo realismo das imagens, pela velocidade das *frames*<sup>13</sup>, pela existência de modelos físicos de grande qualidade, pela ausência de estímulos (ruídos) externos e pela forte sensação de presença virtual (Velez-Langs & Larboulette, s.d.). Assim, quanto mais fiéis forem as recriações de um ambiente aos seus equivalentes no mundo real sensorial, mais envolvente (imersivo) é esse mesmo ambiente. A imersão é, então, passível de ser avaliada objectivamente, relacionando-se com a questão da percepção de um determinado objecto (Slater, 2003).

De uma forma sintética, e de acordo com Sanchez-Vives e Slater (2005), a imersão é um objectivo das propriedades do sistema que recria o ambiente virtual e pode ser medida independentemente da experiência que provoca. Por sua vez, a presença corresponde à resposta do indivíduo a esse mesmo sistema; melhor, aos processos conscientes que nele parece adoptar.

Uma equipa de investigadores (Baños et al., 2004) desenvolveu um estudo com o objectivo de perceber o papel da imersão e do conteúdo dos estímulos na sensação de presença. De uma forma ainda mais específica, pretenderam avaliar o impacto dos ambientes virtuais na valência afectiva. Para isso, compararam três sistemas RV

---

<sup>13</sup> Frame significa o número de imagens que um dispositivo audiovisual regista, processa ou exhibe por unidade de tempo (Sanchez-Vives & Slater, 2005).

imersivos diferentes (visualização no monitor de computador, retro projecção em tela translúcida e o HMD) em dois ambientes virtuais de conteúdo distinto (um de conteúdo afectivo para induzir tristeza e outro de conteúdo neutro). Os resultados sugeriram que tanto a imersão como o conteúdo afectivo têm impacto na sensação de presença, embora se tenham mostrado mais relevantes nos ambientes neutros. Para além disso, tanto o HMD e a retro projecção em tela de maior dimensão induzem um maior grau de presença do que o sistema não imersivo (ecrã de computador). No entanto, no ambiente de conteúdo afectivo o monitor do computador também foi capaz de produzir uma elevada sensação de presença tal como os outros 2 sistemas. Por outro lado, este estudo permitiu reforçar a noção de que a presença não é uma função directa da imersão isoladamente, pelo que os autores também sugerem cuidado na descrição desta relação.

O movimento é outro dos atributos formais das apresentações mediadas que pode influenciar significativamente as respostas emocionais do espectador e o nível de atenção que disponibiliza a um determinado estímulo (Simons et al., 1999).

A animação ainda apresenta um papel importante no âmbito das teorias do cinema e da televisão. Alguns teóricos acreditam que o movimento no ecrã é atraente para os telespectadores (Belton, 1992). No entanto, trata-se de um variável complexa, uma vez que o termo “movimento” pode descrever inúmeras características diferentes do estímulo. Em 1991, Zettl (cit. in Simons et al., 1999) descreveu três tipos diferentes de movimento no âmbito das apresentações fílmicas. Para este autor, o movimento primário diz respeito ao movimento do objecto. O secundário, por sua vez, é originado pelo movimento da câmara. O movimento terciário traduz o movimento aparente, originado através da edição. Dentro de cada uma destas grandes categorias são incluídas tipologias ainda mais específicas. No entanto, e de uma forma geral, o movimento do objecto pode referir-se à direcção, velocidade ou simplesmente à presença ou não de movimento.

Não é por acaso que o movimento é considerado como altamente desejável no mundo das novas tecnologias, conduzindo à alocação substancial de recursos para fazer com que as imagens se movam (Detenber, Simons, & Benett, 1998). Por exemplo, em 1976, McKenzie e Day demonstraram que crianças com apenas dois meses de idade fixam-se mais em objectos que se movem do que em objectos estáticos e para a equipa

de investigação de Courtney (2010), parece haver uma tendência inata nos seres humanos para atenderem a objectos em movimento.

Gibson atribui especial enfoque à percepção do movimento na sua abordagem ecológica sobre a percepção visual. Este autor considera que as mudanças na organização óptica, originadas pelo movimento do observador ou do mundo em torno do mesmo, proporcionam as informações necessárias para se perceber o tamanho, a distância, a velocidade e a posição relativa (Heft & Nasar, 2000).

Do mesmo modo, de acordo com Reeves e sua equipa (1985), o movimento é um activador perceptivo fundamental. Os objectos que se movem demandam atenção, sobretudo se a deslocação for efectuada em direcção ao sujeito. Sabe-se igualmente que várias partes do sistema visual humano são extremamente sensíveis ao movimento e que existem circuitos neuronais específicos envolvidos na sua percepção. Por fim, pode dizer-se que a orientação da resposta ao movimento é automática e prepara o indivíduo para a acção. No sentido de verificar estas premissas, os autores mediram os níveis de actividade cerebral e as alterações de algumas respostas perceptivas que podem sinalizar a disposição para a acção, mesmo quando o estímulo não é real. Concluíram, pois, que, os objectos que se movimentavam no sentido do espectador causavam orientações perceptivas desde o início. Para além disso, verificaram que todos os recursos mentais disponíveis dirigiam-se para o objecto em movimento. Refira-se que, ao contrário do que possa pensar-se, esta orientação não é uma mera resposta primitiva, sem efeitos subsequentes. Pelo contrário, a orientação inicia-se com um período de máxima atenção e destaca-se nas cenas mais activadoras das apresentações mediadas (Reeves et al., 1985).

Detenber e seus colegas (1998) investigaram a preponderância do movimento na reacção emocional, utilizando imagens de filmes e programas televisivos (estáticas e em movimento). Os resultados obtidos (SAM – *valência* e *intensidade* e medidas fisiológicas periféricas - RC, CEP e EMG) permitiram concluir que o movimento do estímulo potencia a intensidade da resposta emocional, sobretudo quando a imagem já é, por si só, activadora. Para além disso, provoca uma desaceleração da frequência cardíaca, reflectindo uma maior alocação atencional para as imagens com movimento. A influência do movimento do estímulo na valência revelou-se apenas nos questionários



de auto-relato: as imagens agradáveis e desagradáveis com movimento foram qualificadas mais perto dos extremos correspondentes.

Além dos estudos que investigaram o efeito que o movimento tem sobre o processamento cognitivo de filmes ou de televisão, tal como o de Reeves e colaboradores (1999) que o levaram a considerar como um atributo básico que influencia a atenção ou activação cortical, existem ainda algumas evidências de que as fotografias que capturam um objecto em processo de movimento induzem uma percepção de movimento (Blakemore & Decety, 2001). De acordo com Kourtzi e Kanwisher (2000) uma fotografia de um objecto em movimento pode transmitir informações dinâmicas acerca da posição do objecto imediatamente antes e após a fotografia tirada (movimento implícito ou aparente). Estes autores realizaram um estudo com o objectivo de verificar se o córtice temporal medial/superior, uma das principais áreas envolvidas na análise da percepção do movimento visual, está também envolvida na representação de movimento implícito a partir de imagens estáticas. Os resultados permitiram verificar uma forte activação na RMf das referidas áreas durante a visualização de fotografias estáticas com movimento implícito – como por exemplo, um atleta na posição de jogar uma bola - comparativamente com a visualização de fotografias sem movimento implícito - como uma pessoa sentada numa poltrona. Estes dados apontam para o facto de que as regiões do cérebro envolvidas na análise visual do movimento também estão envolvidas no processamento de informações dinâmicas implícitas de imagens estáticas.

Sobre o desempenho da memória, embora haja uma escassez de estudos que examinam a possível influência do movimento nesta função cognitiva, Kipper (1986) demonstrou que quando uma cena é filmada com movimento, e não com uma câmara fixa, a memória do espectador sobre os componentes físicos da cena aumenta.

Já no âmbito do reconhecimento facial, alguns estudos comprovam que os participantes apresentam um melhor desempenho quando os estímulos são dinâmicos do que quando são estáticos (Lander & Bruce, 2000, 2003; Lander & Chuang, 2005; Lander, Christie, & Bruce, 1999), e esta vantagem dinâmica pode ser explicada pela presença de sinais temporais, que estão ausentes nos estímulos estáticos. Lander e Bruce (2003) verificaram que a visualização de faces dinâmicas facilita significativamente a aprendizagem de faces. Segundo Back, Jordan e Thomas (2008), as imagens dinâmicas

poderão ser intrinsecamente mais interessantes de olhar, relativamente a imagens estáticas constantes. Este estudo permite aferir que as faces dinâmicas produzem níveis mais elevados de precisão no reconhecimento do que faces estáticas. Ao ser um atractor importante da atenção e fixação foveal (Engbert & Kliegl, 2003; Franconeri & Simons, 2003), o movimento poderá facilitar o reconhecimento do estado mental e contribuir para um melhor processamento quando se visualizam faces dinâmicas.

Alguns autores sugerem que a existência de movimento no campo visual provoca efeitos marcados em algumas das medidas psicofisiológicas periféricas, nomeadamente, RC e CEP (Courtney et al., 2010; Detenber et al., 1998; Simons, Detenber, Cuthbert, Schwartz, & Reiss, 2003).

Adicionalmente, Mühlberger, Bülthoff, Wiedemann, e Pauli (2007) sugerem que a redução do ritmo alfa no EEG em resposta a estímulos visuais reflecte um “olhar” activo em oposição à simples visualização do estímulo, sendo ainda provável que corresponda a uma atenção mais sustentada ou intensiva (Simons et al., 2003). Uma série de investigações têm sustentado estas suposições, demonstrando uma relação entre a redução da potência do ritmo alfa e um aumento dos recursos mnésicos para as informações apresentadas, perante a visualização de anúncios de televisão (Reeves et al., 1985; Simons et al., 2003).

Como se vê, os benefícios proporcionados pelo movimento na atenção e na memória parecem justificar investimento por parte das empresas na construção de mensagens publicitárias animadas, tanto na televisão como na internet (Lai, Kuan, Hui, & Liu, 2009). E quanto à emoção?

Nos últimos anos, algumas investigações têm manipulado a diferença entre imagens estáticas e com movimento nas respostas emocionais, utilizando extractos de filmes e programas de televisão.

Detenber e Reeves (1996) realizaram a primeira investigação, abordando a questão dos efeitos do movimento (primário) nas respostas emocionais, avaliadas através do SAM, para imagens estáticas e com movimento, de conteúdo idêntico, de filmes e programas de televisão. Os resultados sugerem que o movimento da imagem influencia a intensidade mas não a valência emocional. De forma inesperada, as versões estáticas das imagens induziram julgamentos de maior activação do que as versões com movimento das mesmas imagens.

Detenber e Reeves (1996) tentaram explicar estes resultados baseando-se na elaboração cognitiva. Sugeriram, então, que, as versões estáticas convidam à interpretação, especulação e elaboração do significado da imagem, originando maior activação. Referiram ainda que as versões estáticas apresentadas continham, de certa forma, movimento implícito, uma vez que se tratavam de imagens estáticas de vídeos. Contudo, apontaram para a necessidade de se realizarem mais estudos, apresentando-se extremamente cautelosos quanto à natureza destes resultados.

Posteriormente, Detenber e seus colegas (1998) realizaram um novo estudo utilizando o movimento como variável independente e as pontuações SAM assim como o RC e a CEP como variáveis dependentes. Foram mostradas duas versões (estática vs movimento) de imagens extraídas de uma ampla variedade de filmes e programas de televisão (subconjunto das películas anteriormente utilizadas por Detenber, em 1995, e Detenber e Reeves, em 1996), tendo por base a visão dimensional da emoção. Assim, um terço das imagens tinham valência positiva, um terço neutras e um terço negativas. Os resultados obtidos neste estudo foram igualmente curiosos. As imagens com movimento tiveram um impacto significativo no domínio intensidade dos auto-relatos e na CEP. Contudo, perante a valência, as imagens com movimento apresentaram um menor impacto nos auto-relatos e não tiveram efeito no RC. Na verdade, ambas as versões das imagens induziram desaceleração deste último no aparecimento da imagem, mas a magnitude desta desaceleração não se referiu à função estático/movimento. Ainda assim, uma diferença do RC encontrada no final do período de apresentação de cada imagem levou os autores a sugerir que os indivíduos podem ter atendido mais a imagens com movimento do que a estáticas.

Mais tarde, a equipa de investigação de Simons (1999) pretendeu analisar mais pormenorizadamente a relação entre o movimento da imagem e a topografia da reposta emocional. Apresentou também uma versão estática vs movimento de imagens extraídas de filmes e programas de televisão (uma porção das standardizadas por Detenber, em 1995) enquanto efectuava o registo de medidas fisiológicas periféricas (RC, CEP e EMG) e solicitava o preenchimento do SAM.

Como se referiu, Detenber e colegas (1998) haviam reportado que o movimento aumenta a intensidade emocional induzida pelas imagens e interage com o conteúdo das mesmas, mas ficara pouco claro se o movimento influenciava a valência percebida. Na

investigação desenvolvida pela equipa de Simons (1999) as imagens com movimento, mais uma vez, foram associadas ao aumento da intensidade auto-relatada e com respostas de maior CEP. Originaram também uma bradicardia significativa e sustentada, o que sugere que imagens em movimento captam mais recursos atencionais. No entanto, mais uma vez, manifestaram impacto reduzido na dimensão valência.

De uma forma geral, os estudos das equipas de Detenber (1998) e de Simons (1999) sugerem que o movimento das imagens pode ter um forte impacto sobre a experiência e fisiologia da emoção e que este impacto pode ser específico. Segundo os dados obtidos pelos dois estudos, o movimento influencia o valor de intensidade da resposta emocional em maior medida do que a dimensão valência, sendo até questionável o seu efeito nesta última dimensão da resposta emocional. Relativamente ao RC, este foi, com segurança, associado à valência do estímulo, permitindo diferenciar imagens positivas, neutras e negativas independentemente do factor movimento. Por outro lado, o movimento exerceu um efeito específico sobre esta medida, independentemente da valência dos estímulos com as imagens com movimento a surgirem associadas a uma desaceleração mais acentuada do que as estáticas no final do período de visualização. Mais pormenorizadamente, todos os estímulos provocam uma desaceleração de curta latência idêntica, que denuncia a orientação dos sistemas atencionais para a imagem, mas o RC retorna rapidamente à linha de base quando a imagem é estática, enquanto o regresso à linha basal é substancialmente retardado se a imagem contém o movimento. Como o movimento continua a apresentar novas informações aos participantes e, assim, mantém a sua atenção, os autores sugerem que esta bradicardia prolongada provavelmente reflecte uma atenção sustentada.

Foi encontrado um padrão de resultados aproximado em estudos posteriores (e.g., Simons, Detenber, Reiss, & Shults, 2000) reforçando a tese de que o movimento aumenta o valor activador de uma imagem independentemente do contexto em que é introduzido.

No plano das variáveis neurofisiológicas, atendendo a que reduções na potência do ritmo alfa são vistas como um indicador de maior atenção, Simons e colaboradores (2003) utilizaram o EEG para medir os níveis de atenção enquanto os participantes visualizavam imagens emocionógenas estáticas e com movimento. Os autores verificaram que a potência do ritmo alfa foi reduzida durante a visualização das imagens

com movimento, comparativamente com as imagens estáticas. Tais investigações reforçam, mais uma vez, a asserção de que o movimento capta a atenção e, também, a importância das medições de activação cortical e autonómica, dado que as duas formas de activação estão relacionadas. Deste modo, a activação cortical produzida pelo movimento na imagem pode ser incorporada na avaliação emocional (Detenber & Reeves, 1996).

Muito recentemente Courtney e colaboradores (2010) realizaram uma investigação em que examinaram as medidas fisiológicas e subjectivas de emoções desagradáveis ao exibirem imagens do IAPS, imagens estáticas geradas por computador e vídeos de imagens geradas por computador, de estímulos temidos e outros estímulos desagradáveis que não especificamente indutores de medo. Os vídeos gerados por computador provocaram respostas fisiológicas maiores e maior intensidade emocional no auto-relato do que as imagens do IAPS e as imagens estáticas geradas por computador, sendo que estas últimas não diferiram na indução de respostas emocionais. Além disso, encontrou-se maior aceleração no RC e respostas superiores na CEP perante os estímulos temidos do que diante de estímulos desagradáveis, especialmente quando se visualizavam vídeos gerados por computador. Os resultados deste estudo não só suportam a noção de que estímulos em movimento, mesmo quando gerados por computador (e visualizados a duas dimensões) são mais eficazes na indução de respostas emocionais do que imagens estáticas, como demonstram a importância do movimento no desencadear do medo e a utilidade dos estímulos gerados por computador no estudo da emoção.

A prova de que a RV pode ser considerada como uma tecnologia funcional de simulação do real é a sua actual aplicação em vários domínios de exercício da Psicologia, sobretudo naqueles em que estão envolvidas certas formas de resposta emocional. Por exemplo, pode funcionar como um meio de tratamento no âmbito das fobias, nomeadamente no confronto controlado dos pacientes com as situações fóbicas (e.g. Botella, Baños, Perpiñá, & Quero, 2001; Botella, Villa, Baños, Perpiñá, & García-Palacios, 1999; Coelho et al., 2005; Maldonado, 2002; Mühlberger et al., 2007; Parsons & Rizzo, 2008; Slater, Pertaub, Barker, & Clark, 2006) ao mesmo tempo que é efectuada a auto-monitorização das respostas fisiológicas, permitindo ao paciente um

maior controlo sobre as suas reacções emocionais (Botella et al., 2007; Hodges et al., 1995).

Tem igualmente utilização no tratamento de reacções ao stress (Botella, 2008; Parsons & Rizzo, 2008) e da perturbação de stress pós-traumático (Botella, 2008; Difede & Hoffman, 2002; Rothbaum, Hodges, Ready, Graap, & Alarcon, 2001) em que a realidade virtual, inserida numa abordagem cognitivo-comportamental, possibilita a exposição *in vivo* do paciente com o ambiente stressor, de forma gradual, prolongada e sistemática. Também no comportamento adictivo e em outras patologias do impulso (Bordnick et al., 2004; Botella et al., 2007; Maldonado, 2002), a realidade virtual pode ser utilizada como uma técnica de intervenção inserida num contexto de terapia cognitivo-comportamental, dado que os ambientes virtuais podem proporcionar, através de condicionamento operante, a saciação da estimulação que mantém o comportamento adictivo. Aliás, o leque de aplicações da RV no âmbito da saúde é extenso (Moline, 1997): no tratamento da perturbação de pânico (Botella et al., 1999), no tratamento das perturbações alimentares (Botella et al., 2007; Maldonado, 2002; Riva, 1998), nas perturbações do espectro autista (Maldonado, 2002; Strickland, 1997), na recuperação cognitiva de doentes com traumatismos crânio-encefálicos (Christiansen et al., 1998), na paralisia cerebral (Inman, Loge, & Leavens, 1997), nas perturbações intelectuais e do desenvolvimento (Cheng & Chen, 2010) e, ainda, para aumentar o nível de independência de idosos (Cunningham & Krishack, 1999). Além disso, as aplicações de terapia virtual mostram elevadas taxas de recuperação dos pacientes, sendo que o desconforto sentido nas sessões iniciais diminui significativamente nas últimas sessões, (Mahoney, 1994).

Por todas as razões acima referenciadas, além de fornecer novas técnicas de avaliação e de intervenção ao nível da Psicologia, a tecnologia da RV apresenta um grande potencial para a investigação. Exemplificando, por sua via consegue-se, por um lado, a exposição a ambientes virtuais que podem simular com grande exactidão os acontecimentos vivenciados pelas pessoas em situações reais e, por outro lado, a monitorização das suas reacções comportamentais e neuropsicofisiológicas, permitindo, uma avaliação objectiva em tempo real. A aplicação da RV para qualquer destes propósitos – avaliação, intervenção, investigação – é inovadora e permite a apresentação de estímulos em ambientes rigorosamente controlados e a manipulação de interacções

sofisticadas dentro desse ambiente virtual, possibilitando a avaliação das respostas aos mesmos, o registo de um percurso comportamental e a análise do desempenho do sujeito (Wiederhold & Rizzo, 2005).

A RV pode permitir, ainda, o desenvolvimento de modelos experimentais em suporte informático para a apresentação de estímulos sem o perigo do mundo real (Wiederhold & Rizzo, 2005).

Se, por um lado, está razoavelmente demonstrada a possibilidade de recorrer a técnicas de registo psicofisiológico no decurso da interacção do indivíduo com ambientes virtuais, nomeadamente à ECG, à EMG e a EDG, entre outras (Insko, 2003), nada podemos dizer quanto aos registos neurofisiológicos, embora os dados prévios pareçam indicar que a EEG e o registo de PRE é compatível com utilização de plataformas de realidade virtual imersiva.

Atendendo a que os PRE apenas se obtêm com rigor em contextos laboratoriais controlados, em determinadas condições metodológicas, onde as potenciais interferências no sinal são nulas ou substancialmente reduzidas, falta saber se a utilização do equipamento indutor de emoções via ambientes de RV imersiva possibilita o registo de PRE livres de artefactos e se os protocolos de estimulação podem ser metodologicamente transferidos para esses ambientes. A demonstração desta compatibilidade constitui uma das principais questões a responder com esta proposta de trabalho.

Bem, embora alguns autores tenham já referido as inúmeras vantagens dos sistemas de projecção e visualização virtuais (Botella et al., 2007; Coelho et al., 2005; Cortés, 2008; Gorini & Riva, 2008; Gorini et al., 2009), ainda não está totalmente esclarecido de que forma os diversos factores envolvidos influenciam a produção de respostas emocionais durante uma experiência RV (Gorini et al., 2009).





## **II**

### **Estudos Empíricos**





## Introdução aos Estudos Empíricos

No decurso do racional teórico-conceptual que orienta o nosso trabalho explicámos que tivemos como objectivo demonstrar a possibilidade de se utilizar a tecnologia necessária para administração de estímulos experimentais em ambientes de RV sem prejuízo da qualidade dos dados que permitem medir as respostas emocionais induzidas, nomeadamente daqueles cuja natureza é electrofisiológica. Ao mesmo tempo emitimos uma nossa hipótese conceptual geral, segundo a qual a estimulação por tecnologia 3D permite uma indução emocional de maior intensidade. Com base nesta hipótese conceptual geral, apresentamos agora as diferentes hipóteses operativas a que nos propusemos dar resposta na parte empírica deste trabalho:

H1 – A *Base de Dados de Imagens Afetivas 3D (BDIA 3D)* desenvolvida do decurso dos nossos trabalhos e o *IAPS*, enquanto instrumento normalizado para indução emocional, apresentam um padrão semelhante de distribuição das respostas emocionais no espaço afectivo bidimensional;

H2 – Os *Cenários de Indução Afetiva 3D (CIA 3D)* desenvolvidos no âmbito dos nossos trabalhos são discriminativos em termos da valência (agradável, desagradável, neutra) e intensidade (alta, baixa) das respostas emocionais induzidas;

H3 – A estimulação por tecnologia 3D permite a indução de respostas emocionais de maior intensidade do que a tecnologia tradicional 2D com estímulos de conteúdo equivalente;

H4 – A indução emocional experimental em ambientes de RV permite efectuar registos electroencefalográficos simultâneos com a qualidade necessária à obtenção de potenciais cerebrais relacionados com eventos;

H5 – A indução de emoções por tecnologia 3D capta mais recursos atencionais do que a indução de emoções pela tecnologia 2D para estímulos de conteúdo equivalente, indicando um maior desvio do processamento para estímulos apresentados em 3D:

H5.1 – Num paradigma de dupla-tarefa em que estimulação emocional passiva compete com uma tarefa primária cognitiva do tipo bola-rara auditiva, o tempo de reacção aos sons-alvo é superior na condição de indução emocional em cenários de RV (i.e., visualizados em 3D);

H5.2 – No mesmo paradigma de dupla-tarefa, a latência do potencial cerebral P3 relacionado com os sons-alvo é superior na condição de indução emocional em cenários 3D;

H5.3 – Ainda no mesmo paradigma, a amplitude do P3 aos sons-alvo é inferior na condição de indução emocional em cenários 3D;

H6 – A estimulação por tecnologia 3D provoca maior activação cerebral em regiões relacionadas com o processamento emocional do que estimulação 2D para estímulos de conteúdo equivalente.

Depois de apresentar o quadro epistemoconceptual que orienta o nosso pensamento e as hipóteses operativas a testar, a parte empírica desta dissertação foi estruturada em quatro estudos principais com o objectivo de dar resposta às questões de investigação levantadas e, ainda, dois estudos acessórios em que se colocaram em teste outras hipóteses de menor centralidade para esta investigação.

Considerando que os vários estudos que a seguir se apresentam foram desenvolvidos em equipa multidisciplinar, condição indispensável à sua boa execução dadas as múltiplas especificidades científico-tecnológicas envolvidas, e atendendo a que tais estudos já se encontram preparados para submissão a revistas científicas, optou-se por um “formato de artigo” na sua apresentação, com as convenientes adaptações.

## Estudo 1: Dados Normativos da Indução de Emoções em Ambientes de Realidade Virtual

Monteiro, L.<sup>1</sup>; Barbosa, F.<sup>2</sup>; & Silvério, J.<sup>3 14</sup>

### Resumo

O presente estudo apresenta os dados normativos de um conjunto de estímulos gerados por computador, com o propósito de indução de emoções em ambientes de RV através de visualização estereoscópica activa. Apresentamos ainda a descrição da validação, tanto em termos processuais como em termos de conteúdo, de três Cenários de Indução afectiva que foram avaliados em termos de valência e intensidade através do *Self-Assessment-Manikin* (Lang et al., 2008).

Os resultados revelam uma distribuição dos estímulos no espaço afectivo bidimensional (Valência \* Intensidade), em forma de *boomerang*, significativamente diferente da distribuição resultante da validação original do IAPS (Lang, 1995). No entanto, a curva de distribuição resultante da nossa validação é ainda melhor. Para além disso verificámos que os Cenários de Indução Afectiva - 3D são discriminativos em termos de valência afectiva.

### 1. Introdução

A metodologia tradicional de indução das emoções recorre sistematicamente ao paradigma de visualização de imagens afectivas 2D. Características como a sensação de presença, a imersão e a interacção com o meio, não são contempladas neste tipo de paradigmas metodológicos. No entanto, estas características concedem à tecnologia 3D inúmeras vantagens comparativamente com a metodologia tradicional de indução da emoção.

---

<sup>14 1</sup> Instituto Superior de Ciências da Saúde – Norte; <sup>2</sup> Laboratório de Neuropsicofisiologia da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto e <sup>3</sup> Escola de Psicologia da Universidade do Minho.

A RV permite uma exposição simulada (Carter, Bordnick, Traylor, Day, & Paris, 2008; Viaud-Delmon, Warusfel, Seguelas, Rio, & Jouvent, 2006) e é considerada como sendo mais envolvente do que a simples visualização de imagens 2D (Freeman & Avons, 2000), pois a visualização de um filme 3D com elevada qualidade gráfica é interpretada pelo cérebro como uma experiência vivida e não apenas como uma experiência assistida (Salamin, Tadi, Blanke, Vexo, & Thalmann, 2010).

Podemos entender a RV como um conjunto de tecnologias computorizadas que, quando combinadas, estabelecem uma relação com o mundo gerado por computador de tal forma convincente que o utilizador considera que está realmente num ambiente tridimensional (Seabra & Santos, 2005; Silvério et al., 2000). Neste sentido, a simulação de um ambiente real é o grande passo para que o indivíduo possa sentir-se verdadeiramente nesse determinado espaço-tempo (Slater, Khanna, Mortensen, & Yu, 2009), sem o perigo do mundo real (Courtney et al., 2010; Wiederhold & Rizzo, 2005).

Riva, Mantovani e seus colaboradores (2007) referiram que os ambientes virtuais estabelecem um meio de comunicação afectiva e eficaz na indução de respostas emocionais, comportamentais e fisiológicas coerentes com o conteúdo do ambiente recriado, constituindo-se, desse modo, como um bom método para avaliar as alterações dinâmicas dessas mesmas respostas em contexto experimental.

Estudos recentes sugerem que as características da RV, em particular o elevado nível de controlo da interacção e o enriquecimento da experiência fornecida ao utilizador, transformam-na num sistema imaginativo experimental avançado, tão eficaz na indução de respostas emocionais, quanto a própria realidade (Baños et al., 2004; Botella et al., 2007; Gorini et al., 2009; Perpiñá, Botella, & Baños, 2003).

Justifica-se, assim, a procura de metodologias alternativas que possibilitem um maior envolvimento do sujeito nas tarefas experimentais, com o objectivo de aproximar o mais possível a estimulação laboratorial das contingências da vida real.

Com o recurso a tecnologia RV podemos operar a substituição da passividade do sujeito perante a simples visualização de imagens de conteúdo afectivo, pelas sensações de imersão e presença decorrentes da estimulação em ambientes virtuais. No nosso entender, estes são aspectos fundamentais para conduzir ao aumento da intensidade da resposta emocional, aproximando-a mais da realidade. Assim, o estudo empírico que

agora se apresenta foi organizado em duas fases distintas, com o propósito de testar, respectivamente, as seguintes hipóteses:

H1 – A *Base de Dados de Imagens Afectivas 3D (BDIA 3D)* desenvolvida no decurso dos nossos trabalhos e o IAPS, enquanto instrumento normalizado para indução emocional, apresentam um padrão semelhante de distribuição das respostas emocionais no espaço afectivo bidimensional;

H2 – Os *Cenários de Indução Afectiva 3D (CIA 3D)* desenvolvidos no âmbito dos nossos trabalhos são discriminativos em termos da valência (agradável, desagradável, neutra) e intensidade (alta, baixa) das respostas emocionais induzidas;

## **2. Fase I**

### **2.1 Método**

#### **2.1.1 Amostra**

Neste estudo participaram 214 estudantes universitários de ambos os sexos com idades compreendidas entre os 18 e os 32 anos ( $M = 21.61$ ;  $DP = 2.686$ ): 108 homens, com idades compreendidas entre os 18 e os 32 anos ( $M = 22.31$ ;  $DP = .282$ ) e 106 mulheres, com idades compreendidas entre os 18 e os 30 anos ( $M = 20.91$ ;  $DP = .214$ ). Nenhum dos participantes apresentava problemas motores ou sensoriais que interferissem com a realização da tarefa, sendo que os défices visuais se encontravam compensados por lentes correctivas.

#### **2.1.2 Materiais**

A partir da base de dados *3D Models on TurboSquid* foram seleccionados 131 estímulos gerados por computador, potencialmente emocionógenos, de acordo com a semelhança de conteúdo com aqueles que constam do IAPS (Lang et al., 2008) e, por conseguinte, têm sido sistematicamente utilizados na metodologia tradicional para o estudo experimental da emoção.

A título de exemplo, destacam-se alguns dos conteúdos dos modelos 3D seleccionados para este estudo: dejectos, insectos, aranhas, mulheres eróticas, seringas,

champanhe, flores, cobras, bolos, cadáveres, garrafas, talheres, relógios, pistolas, mobiliário, mariscos, morangos, gelados, entre muitos outros (na Figura 6. pode observar-se o conjunto dos estímulos seleccionados).



Figura 6. Estímulos gerados por computador adquiridos na base de dados *3D Models on Turbo Squid* (Monteiro, Barbosa, & Silvério, 2011).

Para administração dos estímulos, foi utilizado o *software Presentation 0.71* (*Neurobehavioral Systems, Inc.*) instalado num computador com o sistema operativo *Windows 7* (*Microsoft Corporation*). Os estímulos foram apresentados na modalidade de visualização 2D através de um projector *Epson EB-824H*, no Laboratório de Psicofisiologia do Instituto Superior de Ciências da Saúde – Norte.

As respostas dos participantes foram obtidas através de uma versão traduzida para português do SAM (Lang, 1980). Esta escala proporciona um meio de recolher respostas emocionais com validade transcultural, dado que dispensa a conduta verbal (Bradley & Lang, 1994). Trata-se portanto de uma técnica baseada no auto-relato, que permite a avaliação das três dimensões emocionais através de escalas pictográficas com figuras humanóides (Lang et al., 2008). A sua aplicação é simples, rápida e proporciona informação relativa a cada uma das dimensões emocionais (valência, intensidade e dominância) em escalas independentes. Cada uma destas escalas está organizada numa



sequência graduada de 9 níveis variando entre um pólo mínimo (desagradável, relaxado e controlado, respectivamente) até um pólo máximo (agradável, excitado e controlador).

A avaliação de cada estímulo foi realizada através da sinalização com um X nas escalas correspondentes.

Este instrumento foi utilizado na standardização dos estímulos que compõem as metodologias tradicionais, de que é exemplo o IAPS (Lang et al., 1997). Neste estudo, foram apenas utilizadas as escalas de valência e intensidade.

### **2.1.3 Procedimentos**

Neste estudo de normalização adoptámos os procedimentos protocolares que a equipa de Lang seguiu para o IAPS (Lang et al., 1997). Após todos os participantes terem sido informados acerca dos propósitos do protocolo de estimulação e uma vez obtido o seu consentimento nas habituais condições de voluntariedade, anonimato e confidencialidade (ver exemplo em Anexo 1.) realizaram-se 12 sessões de recolha de dados com apresentação dos 131 estímulos da *BDIA 3D* a grupos entre 14 e 20 sujeitos de ambos os géneros. A subdivisão dos participantes em grupos e a realização de 12 sessões destinou-se a controlar o efeito de ordem de administração dos estímulos, aleatorizando-se a sequência de apresentação em cada sessão.

Os participantes foram ainda instruídos acerca da forma como deveriam responder às escalas de valência e intensidade do SAM. Para o efeito, realizaram um treino prévio com seis diapositivos do IAPS, que compreendiam as três condições emocionais (agradável, neutra, desagradável). Recorremos a diapositivos do IAPS uma vez que, ao contrário dos nossos, os estímulos deste sistema já se encontram aferidos, com valores de intensidade e valência emocional reportadas por um largo grupo normativo. O objectivo deste treino inicial foi assegurar a compreensão da tarefa a realizar. Uma vez certificada a boa compreensão das instruções e esclarecidas as dúvidas, procedeu-se à apresentação dos 131 estímulos emocionógenos.

Os participantes foram sentados à frente da tela de projecção, de modo a que todos estivessem localizados a uma distância entre 5 / 6 m da mesma. A área da projecção das imagens foi de 1.5 x 1.2 m.

Após visualizarem cada um dos estímulos emocionógenos, os participantes procederam à respectiva classificação através das escalas de valência e de intensidade do SAM, fornecendo a sua resposta num caderno de respostas.

Com fundamento na literatura consultada, estipulou-se que o tempo de exposição de cada um dos estímulos seleccionados deveria ser suficientemente longo para induzir uma resposta emocional efectiva e, simultaneamente, suficientemente curto para que o tempo total da recolha de dados não ultrapassasse os 60 min., de forma a reduzir o efeito-fadiga. Assim, fixou-se o tempo de exposição em 6 s por estímulo, com intervalo inter-estímulos variável (entre 3 e 5 s) para evitar o efeito de antecipação das respostas e o tempo de resposta em 10 s (durante os quais o participante foi instruído a reportar a valência ou a intensidade induzida).

Decidiu-se, ainda, contrabalancear a ordem de resposta em termos de dimensão, *i.e.*, metade dos participantes foram instruídos a classificar primeiro a intensidade emocional induzida e depois a valência, enquanto os restantes sujeitos foram instruídos a efectuar a avaliação na ordem inversa.

Procurando manter a escala com que os autores originais procederam à aferição do IAPS, determinou-se que a resposta seria efectuada numa escala de 9 pontos, através de uma versão do SAM previamente traduzida para a língua portuguesa. Os slides seleccionados foram digitalizados e introduzidos no *software Presentation*, onde se procedeu à configuração do protocolo de estimulação experimental (ver Figura 7.).

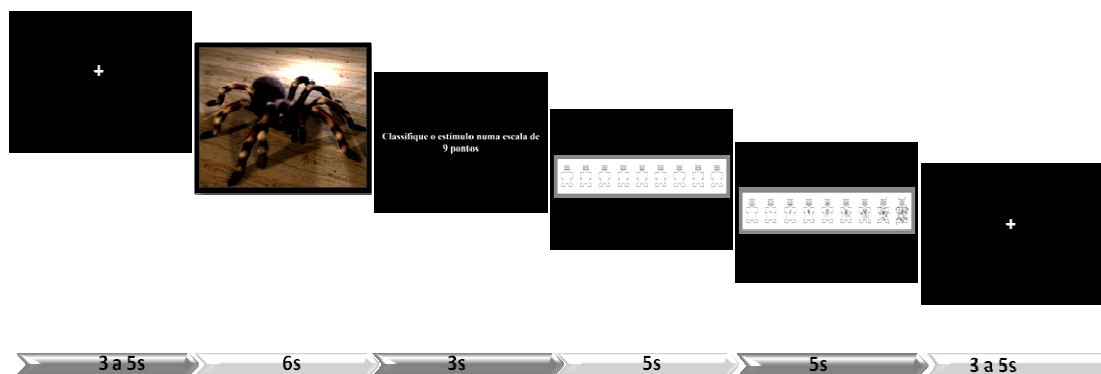


Figura 7. Protocolo de estimulação com os estímulos seleccionados da base de dados *3D Models on Turbo Squid* com vista à sua validação como material emocionógeno e aquisição de dados normativos.

A apresentação do protocolo de estimulação estava organizada da seguinte forma: um ponto de fixação (3 a 5 s); a apresentação de cada estímulo (6 s); a instrução para preenchimento das escalas do SAM (3 s) - a escala de valência (5 s); a escala de intensidade (5 s); e, finalmente novo ponto de fixação (3 a 5 s).

#### **2.1.4 Tratamento e Análise de Dados**

A análise dos dados recolhidos foi efectuada através do *software Statistical Package for the Social Science (SPSS)*, versão 17.0. Para os efeitos de análise dos dados considerámos, para cada estímulo, medidas de tendência central e dispersão, designadamente a estimativa das médias e dos desvios padrão das pontuações decorrentes das escalas do SAM enquanto medidas de valência e intensidade da resposta emocional induzida. Utilizaram-se, ainda, métodos de regressão para analisar o ajuste da distribuição obtida com os objectos 3D no espaço bidimensional valência \* intensidade ao modelo polinomial quadrático proposto por Lang e colaboradores (2005) e que caracteriza a distribuição dos estímulos do IAPS, bem como para testar o ajuste entre as distribuições dos estímulos das duas bases de dados.

## **2.2 Resultados**

O Quadro 1. apresenta as médias e respectivos desvios padrão de todos os objectos submetidos a validação, através das escalas de valência e intensidade do SAM. Estes objectos compõem agora a BDIA 3D (Monteiro et al., 2011). Para melhor entendimento, as imagens de cada um dos objectos, juntamente com os respectivos dados normativos que se encontram no quadro em baixo, foram disponibilizados no Anexo 2.

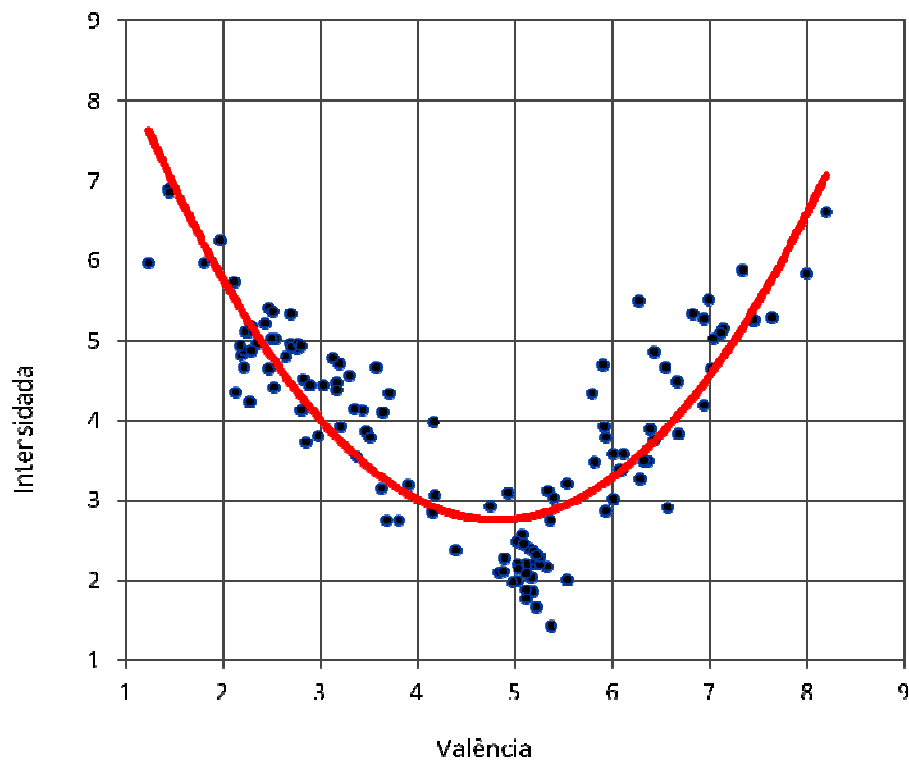
Quadro 1.

*Médias e Desvios Padrão para as avaliações de Valência e Intensidade de cada um dos estímulos da BDIA 3D (Monteiro et al., 2011).*

	nº	Valência Média (DP)	Intensidade Média (DP)
Martelo	1	4.92 (0.98)	3.09 (1.94)
Lobo	2	3.47 (1.90)	3.86 (2.17)
Cocktail	3	7.99 (1.36)	5.84 (2.37)
Cachorro	4	6.11 (2.02)	3.58 (1.68)
Cão	5	6.08 (2.11)	3.37 (2.25)
Dejectos	6	1.44 (1.78)	6.89 (2.98)
Caixote lixo	7	2.26 (2.00)	5.12 (2.16)
Insecto	8	3.20 (1.82)	3.93 (2.15)
Aranha	9	2.82 (2.16)	4.52 (2.46)
Cadeira eléctrica	10	2.47 (1.98)	5.41 (2.64)
Aranha	11	2.53 (2.30)	5.02 (2.65)
Móvel velho	12	2.27 (1.85)	4.23 (2.12)
Mulher	13	6.27 (2.03)	5.50 (2.95)
Formiga	14	3.91 (2.46)	3.20 (2.50)
Escorpião	15	3.19 (2.56)	4.71 (2.70)
Balas	16	3.58 (2.22)	4.67 (2.75)
Faca	17	2.76 (1.97)	4.90 (2.40)
Cão	18	3.70 (2.15)	4.34 (2.16)
Lixo	19	3.67 (1.92)	2.76 (1.94)
Ratazana	20	2.81 (2.21)	4.14 (2.51)
Mulher 2	21	5.79 (2.39)	4.34 (2.80)
Seringa	22	2.18 (2.04)	4.82 (2.63)
Escorpião2	23	3.29 (2.21)	4.56 (2.46)
Champagne	24	7.46 (2.06)	5.26 (2.66)
Sanita suja	25	1.80 (1.23)	5.97 (2.61)
Flor	26	4.15 (1.99)	2.86 (2.16)
Cinzeiro	27	3.62 (2.58)	3.16 (2.54)
Larva	28	2.98 (1.99)	3.80 (2.28)
Aranha 2	29	2.21 (1.20)	4.88 (2.42)
Insecto	30	3.51 (2.18)	3.79 (2.35)
Cobra	31	2.73 (2.45)	4.95 (2.65)
Cobra 2	32	2.69 (2.31)	4.97 (2.65)
Rato	33	2.22 (2.15)	5.11 (2.42)
Flor 2	34	6.57 (1.76)	2.91 (2.31)
Mala dinheiro	35	6.98 (2.04)	5.52 (2.22)
Aranha3	36	3.17 (2.43)	4.47 (2.67)
Flor 3	37	7.14 (1.71)	5.16 (2.67)
Bolo	38	6.94 (2.26)	5.27 (2.71)
Fruta	39	6.68 (1.49)	3.83 (2.57)
Mousse chocolate	40	5.90 (1.94)	4.70 (2.86)
Morcego	42	2.71 (2.00)	4.92 (2.59)
Bolo2	42	6.67 (1.78)	4.49 (2.82)
Chocolates	43	6.82 (1.72)	5.34 (2.93)
Rolo massa	44	5.07 (1.56)	2.57 (2.09)
Cadáver	45	2.12 (1.92)	4.35 (2.62)
Loiça	46	5.36 (1.95)	2.76 (2.23)
Urna	47	2.35 (1.99)	4.97 (2.84)
Cortinado	48	5.02 (1.37)	1.99 (1.98)
Candeeiro	49	5.04 (1.43)	2.19 (1.78)
Lavatório sujo	50	2.46 (1.92)	4.66 (2.16)
Lavatório	51	5.54 (2.17)	2.01 (2.26)
Café	52	5.92 (1.81)	3.93 (2.58)
Garrafa	53	5.01 (1.76)	2.48 (1.86)
Aranha	54	2.11 (2.46)	5.73 (2.13)
Réptil	55	3.02 (2.37)	4.45 (3.98)
Rato 2	56	2.52 (2.13)	4.41 (2.44)
Borboleta	57	6.43 (1.92)	4.86 (2.16)
Borboleta2	58	6.39 (2.01)	3.89 (2.31)
Secador	59	5.19 (1.59)	2.20 (1.78)
Berbequim	60	4.75 (1.77)	2.93 (2.25)
Ferro engomar	61	4.83 (1.66)	2.10 (2.08)
Insecto	62	2.88 (2.36)	4.44 (2.71)
Xisato	63	5.33 (1.77)	3.12 (2.32)
Punhal	64	3.44 (2.06)	4.14 (2.41)
Champagne	65	6.94 (1.77)	4.19 (2.55)
Talheres	66	5.15 (1.70)	2.39 (2.01)
Seringa	67	2.21 (2.09)	4.67 (2.53)
Relógio	68	5.32 (1.77)	2.18 (2.26)
Castiçal	69	5.24 (1.39)	2.31 (1.89)
Violino	70	6.36 (1.95)	3.49 (1.73)
Cobra	71	2.69 (2.40)	5.33 (2.62)
Viola	72	6.42 (1.78)	3.76 (2.67)
Trompete	73	6.01 (1.91)	3.02 (2.30)
Vinho	74	5.53 (2.03)	3.21 (2.34)
Pistola	75	2.50 (2.21)	5.36 (2.68)
Insecto	76	2.80 (1.96)	4.14 (2.41)
Larva	77	2.85 (2.15)	3.73 (2.25)
Sofá velho	78	2.77 (2.46)	4.97 (2.63)
Borboleta	79	6.29 (1.78)	3.28 (2.34)
Sofá	80	6.33 (1.78)	3.50 (2.37)
Mesa	81	5.21 (1.53)	1.67 (1.80)
Cadeira	82	5.18 (1.48)	1.86 (2.12)
Caldeiro	83	3.80 (1.73)	2.76 (2.12)
Chocolates	84	7.63 (1.76)	5.29 (2.61)
Copo	85	5.11 (1.63)	1.88 (1.38)
Cama velha	86	2.43 (1.73)	5.21 (2.23)
Livro	87	5.37 (2.12)	1.43 (2.25)
Teia de aranha	88	2.49 (1.80)	5.03 (2.12)
Cinzeiro	89	4.39 (2.00)	2.38 (2.11)
Flor	90	7.04 (1.85)	5.02 (2.63)
Lagosta	91	7.33 (1.83)	5.89 (2.44)
Fruta	92	6.01 (1.83)	3.58 (2.33)
Esparguete	93	5.09 (2.11)	2.46 (2.46)
Cobra	94	2.17 (2.47)	4.93 (2.67)
Copo	95	5.16 (1.72)	2.04 (1.46)
Morangos	96	7.45 (1.62)	5.26 (2.61)
Gelado	97	7.11 (1.74)	5.10 (2.80)
Biscoitos	98	7.01 (1.81)	4.65 (2.61)
Bolo	99	6.54 (1.89)	4.67 (2.58)
Mulher	100	5.93 (2.45)	3.79 (3.19)
Gato	101	6.07 (2.39)	3.39 (2.48)
Gato 2	102	5.81 (2.48)	3.48 (2.52)
Mesa	103	5.39 (2.44)	3.03 (2.84)
Metralhadora	104	3.16 (2.02)	4.38 (3.03)
Óculos	105	4.17 (2.51)	3.07 (2.54)
Livros	106	5.24 (2.12)	2.21 (2.40)
Guarda-chuva	107	5.24 (2.10)	2.30 (2.41)
Leão	108	3.13 (1.96)	4.79 (2.23)
Sapatos	109	5.12 (1.26)	1.77 (2.18)
Tigre	110	3.35 (1.91)	4.15 (2.25)
Molas	111	4.97 (1.61)	1.98 (1.39)
Dados	112	4.89 (1.69)	2.28 (2.07)
Chaves	113	5.19 (1.85)	2.37 (2.50)
Garfo	114	4.87 (1.48)	2.11 (2.03)
Relógio	115	5.12 (1.52)	2.21 (1.99)
Clipes	116	5.02 (1.60)	2.20 (2.09)
Mesa	117	5.04 (1.48)	2.15 (1.83)
Esferográfica	118	5.22 (1.52)	2.32 (2.18)
Iguana	119	3.37 (1.57)	3.56 (2.01)
Dobermann	120	3.64 (2.22)	4.10 (2.46)
Morcego	121	2.29 (2.50)	4.88 (2.56)
Urso	122	4.16 (2.49)	3.98 (2.51)
Cobra	123	1.45 (1.91)	6.85 (1.83)
Leopardo	124	2.64 (1.82)	4.80 (2.62)
Mosca	125	2.29 (1.94)	5.19 (2.58)
Aranha	126	1.97 (2.40)	6.25 (2.45)
Leão	127	2.80 (2.25)	4.94 (2.56)
Menino	128	5.93 (2.33)	2.87 (2.53)
Lixeira	129	1.23 (1.56)	5.98 (1.54)
Praia	130	8.19 (1.31)	6.61 (1.63)
Ventoinha	131	5.12 (1.53)	2.09 (1.72)

Na Figura 8. podemos observar a distribuição dos 131 estímulos da BDIA 3D no espaço bidimensional (*i.e.*, em função das pontuações médias de valência e intensidade de cada estímulo investigado).

A distribuição obtida apresenta a mesma forma de quadrática dos trabalhos de normalização realizados por Lang e colaboradores (2005) com os estímulos IAPS equivalentes e permitem a divisão dos objectos investigados em três grandes grupos: (1) objectos agradáveis e activadores - elevadas pontuações de valência e intensidade; (2) objectos desagradáveis e activadores - baixas pontuações de valência, mas elevada intensidade; e, finalmente, (3) objectos neutros e não activadores – pontuações de valência em torno do ponto médio e pontuações de intensidade próximas do ponto mínimo das escalas respectivas.



*Figura 8.* Distribuição dos estímulos emocionógenos gerados por computador – BDIA 3D, em função das estimativas médias, no espaço afectivo bidimensional – valência \* intensidade e respectiva curva de regressão.

Uma vez testados os melhores modelos de ajuste à distribuição obtida, verificámos que a mesma obedece, como se previa, ao modelo quadrático dos trabalhos de normalização realizados por Lang e colaboradores (2005) com os estímulos do IAPS. Na verdade, uma vez testado o ajuste entre ambas as distribuições (BDIA 3D *vs.* IAPS), encontrou-se uma diferença significativa  $F_{[3, 1081]} = 36.08$ ,  $p < .001$ ), mas o ajuste da distribuição dos estímulos da BDIA 3D ao modelo quadrático é ainda melhor ( $R^2 = .75$ ) do que aquele que se obtém para os estímulos do IAPS ( $R^2 = .33$ ). Uma análise mais discriminada às razões da diferença, através da comparação dos valores  $\beta$ , verifica-se que é essencialmente no vértice das curvas de distribuição onde se encontram as maiores diferenças<sup>15</sup> (BDIA 3D  $\beta_1 = -3.650$  *vs.* IAPS  $\beta_1 = -2.675$  ). Tal pode ser observado na figura em baixo.

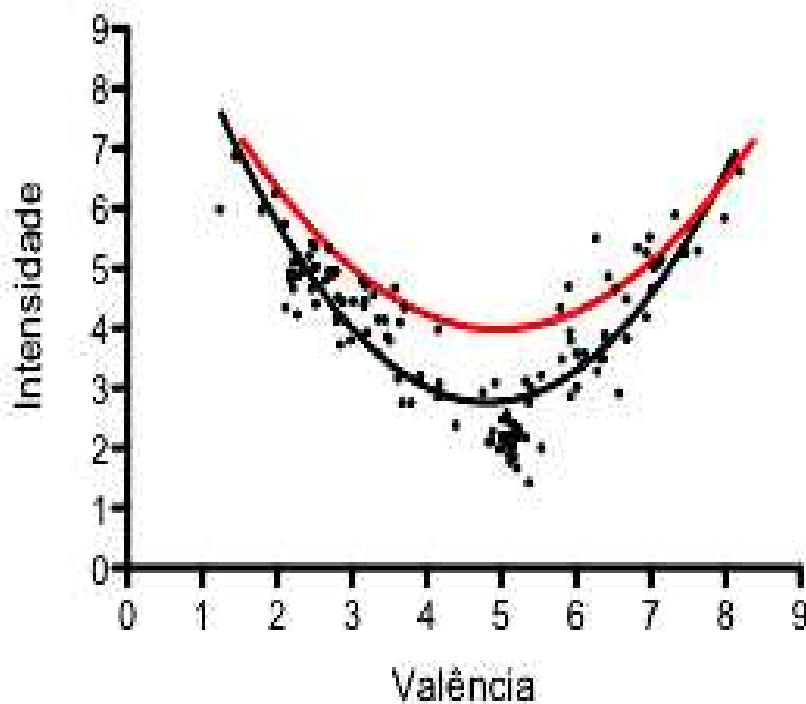


Figura 9. Distribuição quadrática dos estímulos IAPS (vermelho) e BDIA 3D (preto).

---

<sup>15</sup> Equação de regressão para o IAPS ( $y = 10.613 - 2.6751x + 0.2698x^2$ ) (Lang et al., 2005) e equação de regressão para o BDIA 3D ( $y = 11,546 - 3,6496x + 0,379x^2$ ) (Monteiro et al., 2011). Para maior detalhe sobre a distribuição do IAPS, ver Figura 2.

### 3. Fase II

#### 3.1 Método

##### 3.1.1 Amostra

Participaram nesta segunda fase do estudo 60 indivíduos saudáveis que não tivessem participado na fase anterior, todos do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 19 e 58 anos ( $M = 24.73$ ;  $DP = 9.12$ ).

Tal como na primeira fase do estudo, nenhum dos participantes apresentava problemas motores ou sensoriais (excepto défices de visão devidamente compensados) potencialmente interferentes com os resultados. Adicionalmente, administrou-se o *Mini Mental State Examination* - MMSE (Folstein, Folstein, & McHugh, 1975) de modo a despistar a existência de défices cognitivos ou alterações do estado mental geral que pudessem interferir com a realização das tarefas experimentais, sendo que todos os participantes pontuaram acima do ponto de corte.

##### 3.1.2 Materiais

Para esta segunda fase do estudo foram desenvolvidos e utilizados três cenários ou ambientes independentes (por nós designados CIA 3D), cada um dos quais integrando um conjunto de 15 estímulos, de modo a tornar possível a manipulação de três condições de indução emocional (Agradável, Neutra, Desagradável).

Os estímulos que constituíram cada um dos cenários (ver Figura 10.) foram criteriosamente seleccionados a partir do trabalho de normalização realizado na fase anterior, com base nas avaliações de intensidade e valência reportadas pelos 214 participantes, concretamente:

1. os 15 estímulos cotados simultaneamente com valores mais elevados nas dimensões de valência e intensidade (valência  $\geq 6.0$ ; intensidade  $\geq 4.0$ ) foram agrupados na condição Agradável;

2. os 15 estímulos pontuados com valores menores na valência e, simultaneamente, maiores na dimensão intensidade ( $\text{valência} \leq 4.0$ ;  $\text{intensidade} \geq 4.0$ ) foram agrupados na condição emocional Desagradável;
3. finalmente, os estímulos pontuados com valores intermédios na escala de valência e baixos na de intensidade ( $\text{valência} \geq 4.5$  e  $\leq 5.5$ ;  $\text{intensidade} \leq 3.0$ ) foram agrupados na condição emocional Neutra.

De referir, ainda, que se evitou a repetição de conteúdos equivalentes por entre cada grupo de estímulos seleccionados.



Figura 10. CIA 3D – cenários de indução emocional para visualização 3D em dispositivos de projecção estereoscópica activa (Monteiro et al., 2011).

Os cenários foram apresentados com o *software Stereoscopic Player® Versão 1.6.6* (Sensio Technologies Inc., Linz, Austria) instalado num computador com sistema *Windows 7* (Microsoft Corporation). Para a projecção utilizou-se um projector *Barco Galaxy 12 HB+* (Barco Corporate Marketing, Brussels, Belgium), que possibilita a visualização estereoscópica activa através de óculos de obturação de cristais líquidos, *Shutter Glasses* (NuVision, Oregon, USA), fornecidos aos participantes para a visualização dos cenários. A combinação de software e hardware utilizados permite uma excelente resolução para visualização estereoscópica.

Tal como na fase anterior do estudo, utilizaram-se as escalas de valência e intensidade do SAM para cotar a resposta emocional induzida em ambas as dimensões.



### 3.1.3 Procedimentos

Os dados foram recolhidos em 60 sessões individuais com apresentação contrabalanceada dos três cenários constituintes do CIA 3D, em formato 3D. Todas as sessões decorreram no Teatro Virtual do Laboratório de Visualização e Percepção do Centro de Computação Gráfica, Investigação & Desenvolvimento Tecnológico, situado no Campus de Azúrem, da Universidade do Minho.

No início da sessão, todos os participantes foram informados acerca dos propósitos do protocolo de estimulação experimental, solicitando-se o seu consentimento para a recolha de dados nas habituais condições de voluntariedade, anonimato e confidencialidade (ver exemplo em Anexo 1.). Os participantes foram ainda instruídos acerca da forma como deveriam responder às escalas de valência e intensidade do SAM. Para o efeito, realizaram o mesmo treino prévio, já referenciado no estudo anterior.



Figura 11. Protocolo de estimulação com os cenários do CIA 3D, visualizados em 3D via projecção estereoscópica activa.

O protocolo de estimulação apresentado (ver Figura 11.) foi organizado em três ensaios contrabalanceados por participante, correspondentes a cada uma das condições emocionais (Agradável, Neutro, Desagradável) em 3D (com paralaxe positiva), com a

seguinte organização: a um ponto de fixação (3 s) seguia-se a apresentação de cada cenário (6 s); terminado o tempo de exposição do cenário, surgia a instrução para preenchimento das escalas do SAM (3 s), imediatamente seguida da escala de valência (5 s) e, depois, da escala de intensidade (5 s); concluído o ensaio, sucedia-se novo ponto de fixação (3 s).

Os participantes foram convidados a sentar numa cadeira confortável, posicionada na primeira fila do Teatro Virtual a 4 m da tela (4 x 6 m), na qual eram projectados os cenários em 3D. Após visualizarem cada um dos cenários, os participantes classificaram a resposta emocional induzida através das escalas de valência e de intensidade do SAM, fornecendo a sua resposta verbalmente.

### **3.1.4 Tratamento e Análise de Dados**

Para testar a hipótese de que os cenários do CIA 3D são discriminativos em termos dos valores de valência e de intensidade, procedeu-se a uma análise de variância a um factor (*One Way ANOVA*) tomando a categoria emocional dos cenários como variável independente (Agradável, Neutra, Desagradável) enquanto as pontuações de valência e intensidade actuaram, à vez, como medidas dependentes.

Através do *Teste de Shapiro-Wilk* verificámos que os pressupostos da normalidade não foram cumpridos ( $p < .050$ ). No entanto, observámos por inspecção visual que a distribuição dos dados se aproximava da gaussiana e, ademais, as consequências deste incumprimento são minoradas pela premissa do *Teorema do Limite Central*, que considera a possibilidade de se assumir uma distribuição normal neste tipo de medidas em amostras superiores a 30 (Pestana & Gageiro, 2003).

Os pressupostos para análise da homogeneidade de variâncias foram verificados através do *Teste de Levene* ( $p = .268$ ).

### 3.2 Resultados

Em relação à valência (ver Figura 12. e Quadro 2.), a ANOVA revelou a existência de um efeito em função da categoria emocional ( $F_{[2, 177]} = 223.68, p < .001$ ).

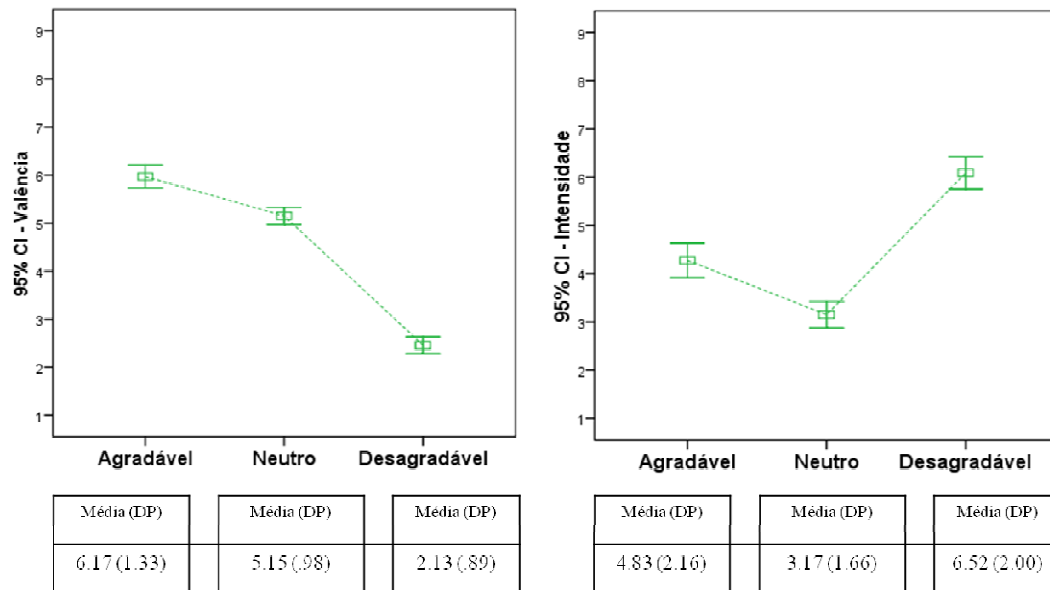


Figura 12. Médias e Desvios Padrão para as avaliações de Valência (esquerda) e Intensidade (direita) dos cenários CIA 3D em dispositivos de projecção estereoscópica activa.

Tal como esperado, a análise *post-hoc* com o *Teste Holm-Sidak* evidenciou valores de valência estatisticamente superiores no cenário agradável comparativamente com o cenário neutro ( $t = 5.126, p < .001$ ) e com o cenário desagradável ( $t = 20.334, p < .001$ ). Já o cenário desagradável evidenciou níveis de valência estatisticamente inferiores ao cenário neutro ( $t = -15.209, p < .001$ ).

Relativamente à intensidade (ver Figura 12.), a ANOVA revelou a existência de um efeito da categoria emocional ( $F_{[2, 177]} = 44.100, p < .001$ ). Tal como esperado, a análise *post-hoc* com o *Teste Holm-Sidak* evidenciou que, quer no cenário agradável, quer no desagradável obtiveram-se valores de intensidade estatisticamente superiores

aos que foram obtidos no cenário neutro ( $t = 4.719, p < .001$  e  $t = 4.672, p < .001$ , respectivamente). Por sua vez, o cenário desagradável evidenciou níveis de intensidade estatisticamente superiores ao cenário agradável ( $t = 9.391, p < .001$ ).

#### **4. Discussão e conclusões sumárias do estudo**

Este estudo foi realizado com o propósito de dar resposta a duas das hipóteses previamente estabelecidas. Por um lado, queríamos saber se os estímulos seleccionados para a BDIA 3D apresentam um padrão de distribuição no espaço afectivo bidimensional semelhante ao do IAPS, porquanto esse é um método de validação (por critério externo) das respostas emocionais induzidas pelo nosso material-estímulo e da forma como se estruturam. Por outro lado, queríamos demonstrar que determinados conjuntos de estímulos, seleccionados a partir da BDIA 3D em função dos valores de valência \* intensidade previamente obtidos e organizados em cenários 3D, poderiam induzir respostas de categoria emocional estatisticamente diferenciável, nomeadamente agradável, desagradável e neutra.

Para responder à primeira hipótese, utilizaram-se, métodos de regressão para analisar o ajuste da distribuição obtida com os estímulos que constituem a BDIA-3D no espaço bidimensional valência \* intensidade ao modelo polinomial quadrático proposto por Lang e colaboradores (2005) e que caracteriza a distribuição dos estímulos do IAPS, bem como para testar o ajuste entre as distribuições dos estímulos das duas bases de dados.

Apesar da simples inspecção visual da distribuição dos estímulos da BDIA sugerir uma curva semelhante, em forma quadrática à distribuição obtida nos trabalhos de normalização dos estímulos do IAPS, realizados por Lang, e colaboradores (2005), o ajuste entre ambas as distribuições revelou uma diferença significativa entre as curvas, infirmando assim a nossa H1. No entanto, o ajuste da distribuição dos estímulos da

BDIA 3D ao modelo quadrático é ainda melhor do que aquele que se obtém para os estímulos do IAPS. Uma análise mais discriminada às razões da diferença, através da comparação dos valores  $\beta$ , verifica-se que é essencialmente no vértice das curvas de distribuição onde se encontram as maiores diferenças. Isto pode ser explicado pelo facto da grande maioria dos estímulos neutros da BDIA serem de reduzida intensidade, tal como proposto no modelo bio-informacional das emoções (Lang et al., 2005). Além disso, a diferença das curvas de distribuição pode resultar do diferente número de estímulos de cada distribuição. De facto, o IAPS inclui 957 estímulos, enquanto a BDIA apresenta apenas 131.

À semelhança do IAPS, a distribuição dos estímulos da BDIA, revela que os estímulos de valência mais extrema parecem induzir respostas emocionais agradáveis e desagradáveis mais intensas, de acordo com os seus conteúdos. Pelo contrário, os estímulos de valência intermédia são aqueles que reportam menor intensidade.

Neste sentido, os estímulos da BDIA 3D aqui apresentados revelam não só uma boa validade facial, como apresentam uma estrutura interna adequada e indiciam uma boa validade concorrente com o IAPS, dado que os resultados obtidos neste trabalho são consistentes com aqueles que decorrem da metodologia tradicional de indução das emoções (e.g., Lang, 1995; Lang et al., 2005).

Deste modo, a representação das respostas aos estímulos da BDIA 3D serve os nossos propósitos, porquanto permite-nos afirmar que a distribuição das mesmas é ainda melhor do que a que se obtém com os estímulos IAPS e, sobretudo, avançar para as fases subsequentes da investigação.

Relativamente aos resultados obtidos com os cenários do CIA 3D, podemos verificar que ambos os cenários contendo os estímulos do BDIA 3D cujos valores de valência se situavam nos pólos mais extremos induziram respostas emocionais agradáveis e desagradáveis mais intensas, de acordo com os seus conteúdos. Como se previa, o cenário agradável obteve pontuações elevadas de valência e de intensidade, o cenário neutro obteve uma pontuação intermédia para a valência e a pontuação mais baixa para a intensidade, e o cenário desagradável obteve a pontuação mais reduzida de valência e a pontuação mais elevada de intensidade (embora algo longe do limite da

escala: 6.5 em 9 pontos possíveis). Os resultados encontrados sugerem, sobretudo, que os cenários 3D investigados induzem respostas de intensidade significativamente superior nas categorias emocionais agradável e desagradável, comparativamente com o cenário neutro. De modo similar, provou-se que a valência das respostas emocionais induzidas é significativamente diferente entre os cenários postos em teste, variando no sentido esperado. Estão, desta forma, garantidos os propósitos iniciais que davam conta da validação e normalização de estímulos para induzir emoções em plataformas de visualização 3D e confirmada a principal hipótese deste primeiro estudo, que anunciava que os três cenários do CIA 3D seriam significativamente discriminativos em termos de valência e intensidade das respostas emocionais induzidas.

Em conclusão, o recurso a esta nova tecnologia parece ser possível, os estímulos assim administrados induzem respostas emocionais de estrutura equiparável à que se obtém com os métodos convencionais e essas respostas são diferenciáveis em termos de valência e intensidade. Estão, portanto, demonstradas as condições básicas para se introduzir a RV na investigação comportamental, possibilitando ultrapassar a passividade do sujeito perante a simples visualização de imagens de conteúdo afectivo 2D e aumentar a sensação de imersão e presença decorrentes da estimulação nos ambientes 3D. Tal estratégia pode conduzir ao aumento da intensidade da resposta emocional, aproximando-a mais das contingências da vida real, tal como é sustentado por vários autores (Courtney et al., 2010; Freeman & Avons, 2000; Salamin et al., 2010; Slater et al., 2009; Wiederhold & Rizzo, 2005; entre outros).

## **Estudo 2: Efeitos da Tridimensionalidade na Indução das Emoções: Metodologias 2D vs 3D**

Monteiro, L.<sup>1</sup>; Barbosa, F.<sup>2</sup>; & Silvério, J.<sup>3 16</sup>

### **Resumo**

A metodologia tradicional de indução da emoção recorre sistematicamente ao paradigma de visualização de fotografias de conteúdo emocionógeno. Contudo, este tipo de metodologia promove a passividade do sujeito, não favorece aspectos como a imersão, a sensação de presença, nem a interação com o meio. A RV é uma metodologia alternativa capaz de proporcionar todas estas características, aproximando a estimulação laboratorial de situações da vida real.

*Objectivo.* O presente trabalho teve o objectivo prioritário de verificar se a indução das emoções por tecnologia 3D provoca respostas emocionais de maior intensidade, comparativamente com estímulos equivalentes apresentados com a tecnologia tradicional 2D.

*Método.* Apresentamos a 30 participantes os CIA 3D em ambas as modalidades de visualização (2D vs. 3D), enquanto se efectuavam registos simultâneos da CEP e do RC e, no final de cada cenário, utilizou-se o SAM como instrumento de auto-relato das dimensões de valência e intensidade da resposta emocional induzida.

*Resultados e Conclusão.* Os resultados globais desta investigação sugerem que a estimulação por tecnologia 3D induz respostas emocionais de maior intensidade.

---

<sup>16 1</sup> Instituto Superior de Ciências da Saúde – Norte; <sup>2</sup> Laboratório de Neuropsicofisiologia da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto e <sup>3</sup> Escola de Psicologia da Universidade do Minho.

## **1. Introdução**

O estudo psicofisiológico da emoção deve procurar paradigmas metodológicos alternativos, que optimizem a indução da resposta emocional no contexto controlado do laboratório e, naturalmente, que mantenham a susceptibilidade da sua manipulação experimental. A tecnologia da realidade virtual pode fornecer essa possibilidade. Com efeito, comparativamente com a metodologia de visualização de slides fotográficos 2D, a tecnologia de RV oferece maior sensação de presença, maior imersão (Slater et al., 2009) e a possibilidade efectiva ou, pelo menos, a impressão realista de que é possível a interacção com os objectos do ambiente virtual em tempo real (Courtney et al., 2010; Freeman & Avons, 2000). A tecnologia de RV permite uma exposição simulada (Carter et al., 2008; Viaud-Delmon et al., 2006) mais envolvente do que a simples visualização de imagens 2D (Freeman & Avons, 2000) e, por conseguinte, uma melhor emulação laboratorial de situações da vida real.

Estudos recentes sugerem que a RV estabelece um meio de comunicação afectiva e eficaz na indução de respostas emocionais, comportamentais e fisiológicas coerentes com o conteúdo do ambiente recriado, constituindo-se, desse modo, como um bom método para avaliar as alterações dinâmicas dessas mesmas respostas em contexto experimental (Riva, Gaggioli et al., 2007). Alguns autores referem mesmo que uma experiência de RV é tão eficaz na indução de respostas emocionais quanto a própria realidade (Baños et al., 2007; Baños et al., 2004; Gorini et al., 2009; Perpiñá et al., 2003).

Aliás, a RV, sendo actualmente considerada como uma tecnologia funcional de simulação do real, tem sido aplicada em vários domínios da clínica. Por exemplo, no âmbito das fobias pode funcionar como um meio de tratamento, nomeadamente no confronto dos pacientes com as situações fóbicas (Botella et al., 1999; Coelho et al., 2005). Também tem sido aplicada na perturbação de pânico (Botella et al., 2007), no tratamento da aerofobia (Botella et al., 2001), no tratamento das perturbações alimentares (Riva, 1998), nas perturbações do espectro autista (Strickland, 1997), na recuperação cognitiva de doentes com traumatismos crânio-encefálicos (Christiansen et



al., 1998), na paralisia cerebral (Inman et al., 1997) e, ainda, para aumentar o nível de independência de idosos (Cunningham & Krishack, 1999).

Também no comportamento aditivo e em outras patologias do impulso (Bordnick et al., 2004), a RV pode ser utilizada como uma técnica de intervenção inserida num contexto de terapia cognitivo-comportamental, em que os ambientes virtuais podem proporcionar, através de condicionamento operante, a saciação da estimulação que mantém o comportamento aditivo. Salientamos, por fim, a sua utilização na perturbação de stress pós-traumático (Difede & Hoffman, 2002; Rothbaum et al., 2001) em que a RV, inserida numa abordagem cognitivo-comportamental, possibilita a exposição *in vivo* do paciente com o ambiente stressor, de forma gradual, prolongada e sistemática.

Por todas as razões acima referenciadas, além de fornecer novas técnicas de avaliação e de intervenção ao nível da Psicologia, a RV apresenta um grande potencial para a investigação (Wiederhold & Rizzo, 2005), mas esse potencial deve ser, ele próprio, objecto de estudo. A investigação que agora se apresenta debruçou-se, justamente, na análise das respostas emocionais induzidas por estímulos 3D, apresentados com recurso à tecnologia da RV, em comparação com as induzidas pelos métodos convencionais.

Para estudar a emoção induzida por estímulos apresentados através da tecnologia 3D, recorreremos não só aos dados comportamentais registados pelos instrumentos de auto-relato mais consensuais (como é o caso do SAM), como também aos dados fisiológicos registados pelos tradicionais modelos e métodos da psicofisiologia, uma vez que é esta disciplina científica que melhor permite quantificar as alterações fisiológicas subjacentes ao comportamento emocional. Além disso, a psicofisiologia foi considerada como sendo a abordagem científica mais influente no estudo da emoção, precisamente porque sublinhou a importância das alterações periféricas em resposta a situações consideradas emocionais (Castellar, 2000). De facto, uma manifestação característica dos fenómenos emocionais é a ocorrência de um conjunto de alterações corporais internas, de que são exemplo a sudação, o rubor facial ou a taquicardia. Pois bem, estas alterações corporais correspondem a um conjunto de alterações fisiológicas, cujo registo

objectivo só é possível mediante a utilização de técnicas psicofisiológicas (Castellar, 2000). Por esse motivo, a psicofisiologia é indispensável para obter informação sobre um dos elementos críticos dos processos de activação emocional: a reactividade fisiológica periférica subjacente ao processamento de informação afectivo-emocional (Barbosa, 2003).

A actividade electrodérmica, designadamente medida através da CEP, constitui-se como um dos índices psicofisiológicos de referência no estudo da emoção, uma vez que é considerada como um indicador fiável do nível de activação autonómica (Fowles, 1993). Trata-se de um índice que reflecte a actividade das glândulas écrinas ou sudoríparas, que são exclusivamente enervadas por fibras nervosas simpáticas (Venables & Christie, 1980). Na verdade, diversos estudos experimentais no âmbito do paradigma de visualização de imagens emocionógenas têm mostrado que a magnitude das respostas e do nível médio da CEP aumenta com a apresentação dessas imagens (sejam de conteúdo agradável ou desagradável) comparativamente com estímulos neutros (Lang et al., 2000; Lang et al., 1997).

Por sua vez, o RC tem a vantagem de ser regulado quer pelo ramo simpático, quer pelo ramo parassimpático do SNA, permitindo acrescentar informação que a CEP não pode fornecer. De forma ilustrativa, os estudos de Bradley (2000) e Moratti e colaboradores (2004) demonstraram uma ligeira desaceleração cardíaca associada à indução de estados emocionais que, em concomitância com o aumento da CEP, traduz um reflexo de orientação que, significa a maior focalização da atenção nos estímulos relacionados com esse padrão de resposta fisiológica.

Neste sentido, considera-se que estas imagens de conteúdo emocional são motivacionalmente significativas, quando comparadas com imagens neutras.

O presente trabalho tem o objectivo prioritário de verificar a hipótese segundo a qual as respostas emocionais induzidas por estímulos 3D são de maior intensidade do que as induzidas pelos mesmos estímulos apresentados com a tradicional tecnologia 2D. Para o efeito, utilizámos os CIA 3D desenvolvidos em estudos anteriores para manipular as emoções e o modo de visualização através de um desenho experimental 3

condições emocionais (Agradável, Neutra, Desagradável) x 2 métodos de visualização (2D vs. 3D), intra-sujeitos, de modo a analisar os seus efeitos em medidas de apreciação subjectiva (através das escalas de valência e intensidade do SAM), bem como em medidas fisiológicas periféricas classicamente utilizadas no estudo da emoção, nomeadamente a CEP e o RC, uma vez que se constituem como índices empiricamente validados da componente neurofisiológica da reactividade emocional (Marques-Teixeira, 2001) e, tal como já foi dito, são largamente utilizados nos estudos sobre a emoção (Castellar, 2000; Dawson et al., 1990; Lang, 2010; Marques-Teixeira, 2001; Moratti et al., 2004; Monteiro, 2004).

## **2. Método**

### **2.1. Amostra**

Seleccionou-se uma amostra de conveniência, para reserva atempada do Teatro Virtual. Participaram neste estudo, 60 sujeitos saudáveis, sem perturbações visuais, todos do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 19 e os 58 anos ( $M = 24.73$ ;  $DP = 9.12$ ). Da amostra global, foram aleatoriamente seleccionados 30 participantes, com idades compreendidas entre os 19 e os 58 anos ( $M = 24.73$ ;  $DP = 9.20$ ), para medição das respostas fisiológicas periféricas (da restante metade apenas se recolheram as pontuações do SAM)

Tal como no primeiro estudo, nenhum dos participantes apresentava problemas motores ou sensoriais (excepto défices de visão devidamente compensados) potencialmente interferentes com os resultados. Adicionalmente, administrou-se MMSE (Folstein et al., 1975) de modo a despistar a existência de défices cognitivos ou alterações do estado mental geral que pudessem interferir com a realização das tarefas experimentais, sendo que todos os participantes pontuaram acima do ponto de corte.

## 2.2 Materiais

Para a indução das respostas emocionais utilizaram-se os cenários do sistema CIA 3D (Monteiro et al., 2011), apresentados com o *software Stereoscopic Player*® Versão 1.6.6 (*Sensio Technologies Inc.*, Linz, Austria) instalado num computador com sistema *Windows 7* (*Microsoft Corporation*). Para a projecção utilizou-se um projector *Barco Galaxy 12 HB+* (*Barco Corporate Marketing*, Brussels, Belgium), que possibilita a visualização estereoscópica activa através de óculos de obturação de cristais líquidos, *Shutter Glasses* (*NuVision*, Oregon, USA), fornecidos aos participantes para a visualização dos cenários. A combinação de software e hardware utilizados permite uma excelente resolução para visualização estereoscópica.

As respostas dos participantes foram obtidas através de uma versão traduzida para português do SAM (Lang, 1980). Este instrumento permite registar as respostas para cada estímulo emocionógeno em duas dimensões emocionais relativamente independentes: *valência* e *intensidade*. Cada uma destas dimensões é avaliada numa escala graduada de 9 níveis variando entre o extremo mínimo (1 = desagradável; relaxado), até ao extremo máximo (9 = agradável; excitado) (Lang et al., 1997).

Para a aquisição dos dados fisiológicos utilizou-se um polígrafo electrónico da marca *BIOPAC* (*Goleta*, USA), modelo MP100, equipado com um amplificador monocanal para registo da CEP, modelo GSR100C (corrente contínua e voltagem constante) e um amplificador de sinal fotopletismográfico, modelo PPG100C, para registo do RC. Utilizaram-se dois eléctrodos *Ag-Ag/Cl* reutilizáveis, não polarizáveis, modelo TSD203 para captação da CEP e um *transducer* fotoeléctrico, modelo TSD100, para captação do RC (pulso radial) via alterações da pressão sanguínea.

O polígrafo foi operado a partir de um computador, onde se encontra instalado o *software* para registo e análise de dados modelo *Acqknowledge Versão 3.7.1*, também da marca *BIOPAC*. Na montagem dos eléctrodos foi aplicado um gel electrolítico hipo-saturado e isotónico, com a referência GEL 100.

### 2.3 Procedimentos

A recolha de dados decorreu em sessões individuais, sempre no Teatro Virtual do Laboratório de Visualização e Percepção do Centro de Computação Gráfica, Investigação & Desenvolvimento Tecnológico, situado no Campus de Azúrem, da Universidade do Minho.

Após consentimento informado (ver exemplo Anexo 1.), os participantes foram convidados a sentar-se numa cadeira confortável, posicionada frontalmente na primeira fila do Teatro Virtual, a 4 m da tela (4 x 6 m) na qual eram projectados os cenários. Em seguida, procedemos a uma montagem padrão bipolar e exossomática para registo simultâneo da CEP e colocou-se o transducer para fotopletismografia na face palmar da falange distal do dedo indicador da mão não dominante. Instruíram-se os participantes a prestar atenção a cada cenário e a avaliá-lo através do SAM.

Os estímulos visuais apresentados consistiram nos CIA 3D (Monteiro et al., 2011), em duas modalidades de visualização (2D vs. 3D). Os cenários foram apresentados com o *software Stereoscopic Player® Versão 1.6.6*, durante 10 s, e posteriormente surgia a instrução para a tarefa de classificação (3 s) bem como, cada uma das escalas de valência e intensidade do SAM (5 s cada) (ver Figura 12.). A avaliação de cada estímulo emocionógeno foi reportada de forma verbal em cada uma das escalas.

O protocolo de estimulação (ver Figura 13.) foi organizado em seis ensaios por participante, correspondentes a cada uma das condições emocionais (Agradável, Neutra, Desagradável) apresentadas nos dois formatos de visualização (2D e 3D), com a seguinte organização: a um ponto de fixação (3 s) seguia-se a apresentação de cada cenário (10 s) em 2D ou 3D (paralaxe positiva); terminado o tempo de exposição do cenário, surgia a instrução para responder às escalas do SAM (3 s), imediatamente seguida da escala de valência ou de intensidade (5 s) e, depois, da escala restante (5 s). Concluído o ensaio, sucedia-se novo ponto de fixação (3 s).

A sequência dos ensaios foi aleatorizada entre participantes para controlar o efeito de ordem. A resposta às escalas foi emitida oralmente, de modo a prevenir movimentos que pudessem introduzir artefactos motores no registo poligráfico.

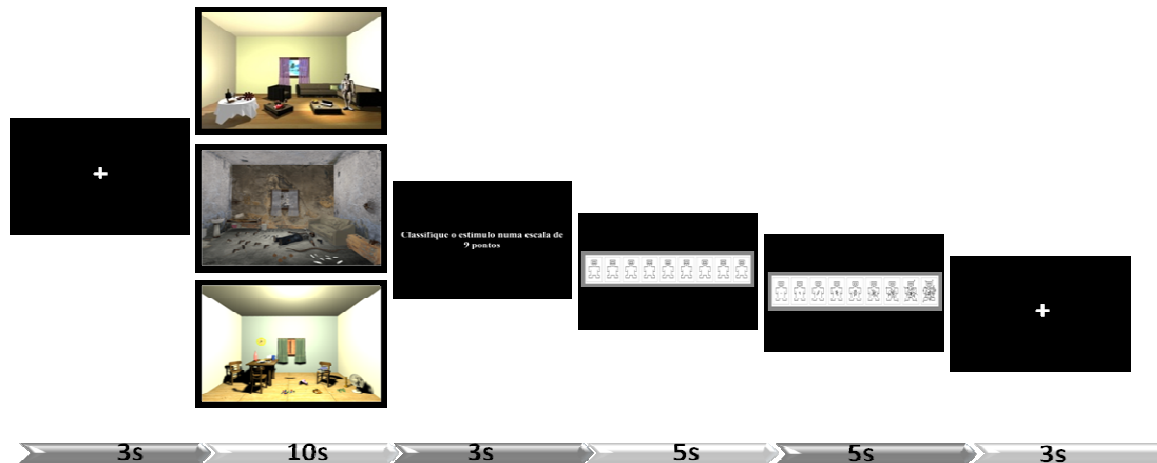


Figura 13. Protocolo de estimulação com os cenários do CIA-3D, visualizados em 2D e 3D através projecção estereoscópica activa (Monteiro et al., 2011).

A aquisição das medidas fisiológicas periféricas, nomeadamente da CEP e do RC, foi efectuada em registo simultâneo e contínuo (com uma taxa de 50 amostras/s), desde o princípio ao final do protocolo experimental, mas o início de cada ensaio (*i.e.*, de cada cenário, apresentado em 2D ou 3D) foi devidamente assinalado no registo para posterior análise. O polígrafo foi calibrado segundo os procedimentos recomendados pela marca.

#### 2.4 Tratamento e Análise de Dados

Para análise de dados recorreu-se ao *SIGMA PLOT- Versão 12.1*. (Systat Software, Chicago, USA).

Para estudar o efeito da *condição emocional* e do *modo de visualização* sobre as medidas dependentes obtidas (pontuações das escalas de *intensidade* e *valência*, CEP e RC) recorreu-se a uma análise de variância de medidas repetidas a dois factores (*Two Way ANOVA*) reportando a um nível de significância de  $p \leq .05$ . Quando necessário, procedeu-se a comparações múltiplas através de análise *post-hoc* com o *Teste de Holm-Sidak*. Recorremos a este teste, pois apresenta maior robustez que o *Tukey* ou o *Bonferroni* e tem sido recomendado como sendo o procedimento de primeira linha para testar comparações múltiplas.

Em todos os casos foram verificados os pressupostos de homogeneidade de variâncias e de normalidade, através do *Teste de Shapiro-Wilk* ( $p = .661$ ).

### 3. Resultados

Considerando a valência emocional (Figura 14.), encontrámos um efeito principal para a *Condição Emocional* ( $F_{[2, 118]} = 256.31, p < .001$ ) e para a interacção entre esta variável e o *Modo de Visualização* ( $F_{[1, 118]} = 20.65, p < .001$ ), embora não se tenha encontrado um efeito significativo para este último ( $F_{[1, 59]} = 1.27, p < .263$ ).

Tal como se esperava, a análise *post-hoc* com o *Teste Holm-Sidak*, revelou níveis de valência estatisticamente superiores no cenário agradável 3D ( $t = 3.32, p < .001$ ) e inferiores no cenário desagradável 3D ( $t = 5.40, p < .001$ ), quando comparados com os seus equivalentes no modo de visualização 2D. Ainda em relação à valência, não foram encontradas diferenças significativas para os cenários neutros.

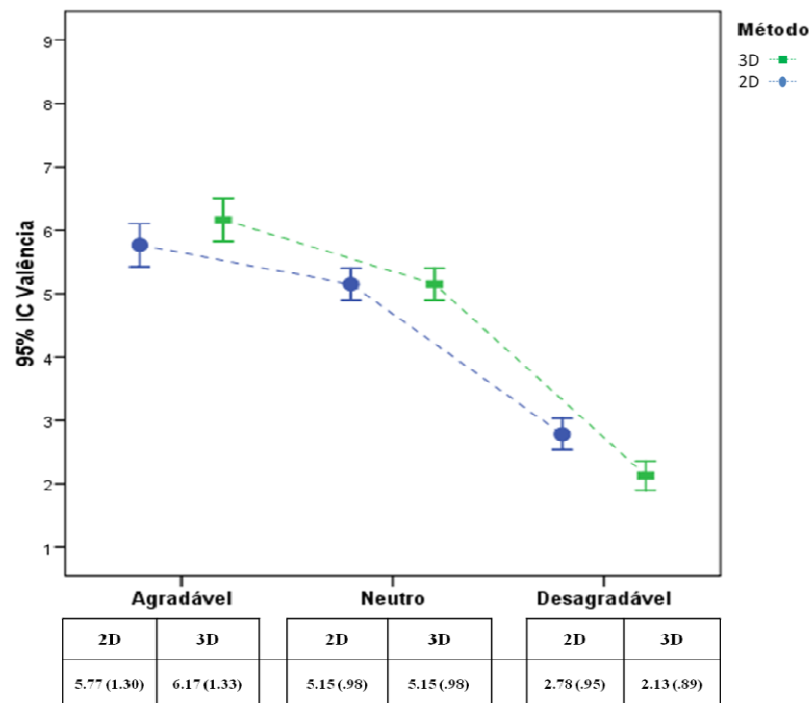


Figura 14. Médias e Desvios Padrão para as avaliações de Valência dos cenários de indução afectiva (Agradável, Desagradável Neutra), em função do modo de visualização (2D vs. 3D).

Ao nível da intensidade (ver Figura 15.), encontrámos um efeito principal quer para o *Modo de Visualização* ( $F_{[1, 59]} = 21.52, p < .001$ ), quer para a *Condição Emocional* ( $F_{[2, 118]} = 71.63, p < .001$ ), e um efeito da interacção entre as duas variáveis referidas ( $F_{[1, 118]} = 6.67, p = .002$ ).

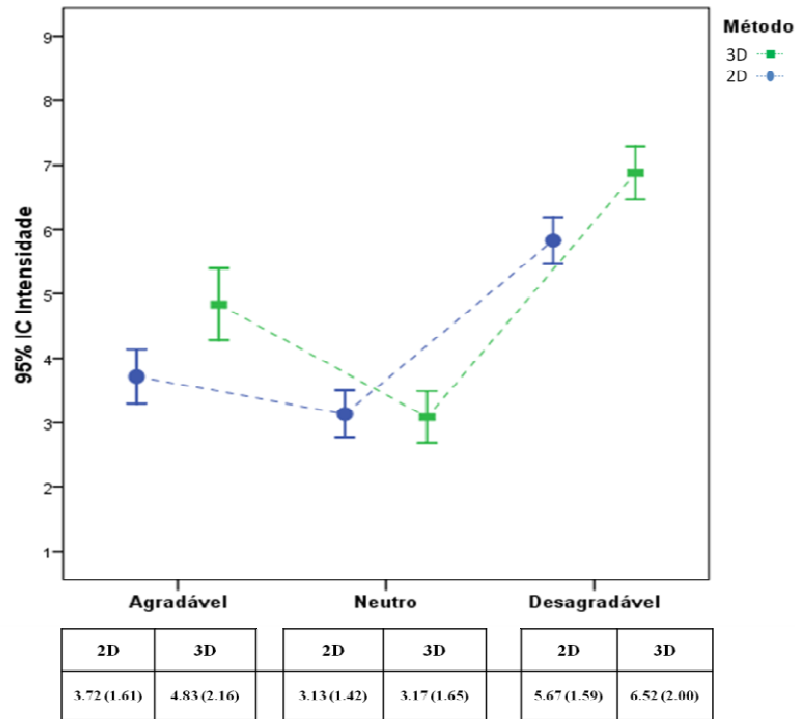


Figura 15. Médias e Desvios Padrão para as avaliações de Intensidade dos cenários de indução afectiva, em função do modo de visualização 2D vs. 3D.

A análise *post-hoc* com o *Teste Holm-Sidak* revelou níveis de intensidade estatisticamente superiores para o cenário agradável no modo de visualização 3D em comparação com o cenário agradável no modo de visualização 2D ( $t = 4.88, p < .001$ ).

O cenário desagradável projectado em 3D produziu igualmente níveis mais elevados de intensidade do que o cenário desagradável visualizado em 2D ( $t = 3.71, p < .001$ ). No que concerne aos cenários neutros, não foram encontradas diferenças significativas entre os dois modos de visualização.



Passando para a análise dos dados fisiológicos e começando pela CEP, considerámos as médias das amplitudes de pico (em  $\mu\text{S}$ ), visto ser uma das medidas mais discriminativas da activação simpática (Benedek & Kaernbach, 2010).

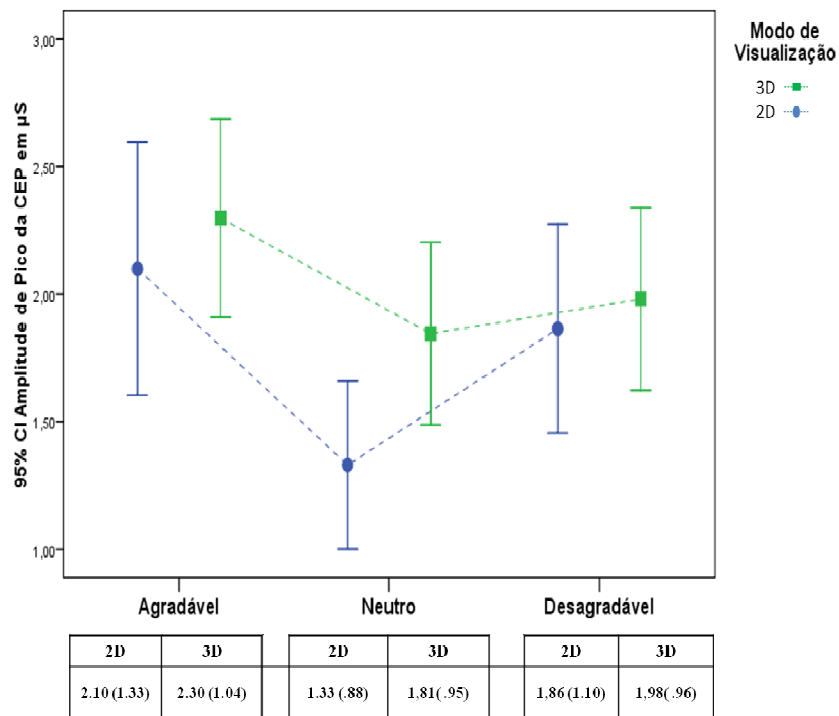


Figura 16. Média das Amplitudes de Pico da CEP (corrigida ao Nível Tónico), resultantes da visualização dos cenários de indução afectiva nas modalidades de visualização 2D vs. 3D.

A ANOVA por medidas repetidas revelou um efeito principal do *Modo de Visualização* na média das amplitudes de pico da CEP ( $F_{[1, 29]} = 4.698, p < .039$ ).

Verifica-se ainda um efeito principal da valência emocional ( $F_{[2, 58]} = 14.003, p < .001$ ), com maior amplitude de pico da CEP para o cenário de valência Agradável ( $M = 2.10, DP = 1.33$ ), seguido do cenário Desagradável ( $M = 1.86, DP = 1.10$ ) e, finalmente o cenário Neutro ( $M = 1.33, DP = .88$ ). Não foram encontradas diferenças significativas na interacção entre *Modo de Visualização* e *Condição Emocional* ( $F_{[2, 58]} = 1.380, p = .260$ ).

O *Teste Holm-Sidak* para comparações múltiplas revelou uma maior amplitude de pico da CEP para o modo de visualização 3D ( $t_{(58)} = 2.164$ ;  $p < .001$ ) comparativamente com o 2D para o cenário Neutro ( $M = 1.33$ ),  $DP = .88$  vs.  $M = 1.81$ ,  $DP = .95$ ) mas, no que concerne aos cenários Agradável e Desagradável, não foram encontradas diferenças significativas.

Por fim, analisámos ainda o RC (em BPM) decorrente da visualização dos cenários afectivos nos 2 modos de visualização.

Quadro 2.

*Médias e Desvios Padrão do RC (BPM) para os cenários de indução afectiva nos dois modos de visualização.*

BPM dos CIA 3D			
	Agradável	Neutro	Desagradável
	<i>Média (DP)</i>	<i>Média (DP)</i>	<i>Média (DP)</i>
2D	77.78 (14.97)	78.95 (14.58)	79.86 (13.33)
3D	76.52 (13.43)	77.74 (14.79)	77.41 (13.87)

De acordo com os resultados obtidos, não se revelaram efeitos principais *do Modo de Visualização* nos BPM ( $F_{[1, 29]} = 2.642$ ,  $p = .115$ ), nem da *Condição Emocional* ( $F_{[2, 58]} = 1.975$ ,  $p = .148$ ) e também não se encontrou qualquer efeito da interação entre ambos ( $F_{[2, 58]} = 7.496$ ,  $p = .772$ ). Pode apenas notar-se uma tendência para que os cenários apresentados no modo de visualização 3D se associem a um menor RC que os seus equivalentes em 2D de forma consistente em todas as condições emocionais, sem que tais diferenças tenham significado estatístico.

#### **4. Discussão e Conclusões Sumárias do Estudo**

Relativamente às medidas de apreciação subjectiva, os resultados encontrados sugerem, sobretudo, que os cenários 3D induzem respostas emocionais de intensidade superior às dos seus homólogos projectados em 2D, sustentando alguns estudos anteriores (Carter et al., 2008; Courtney et al., 2010; Freeman & Avons, 2000; Slater et al., 2009; Viaud-Delmon et al., 2006). Do mesmo modo, quando visualizados em formato 3D, os cenários induzem respostas emocionais de valência mais marcadamente agradável e desagradável, de acordo com os seus conteúdos.

Relativamente aos dados decorrentes das medidas fisiológicas periféricas, o padrão de resultados mantém a mesma forma em V, com maiores activações para os cenários afectivos do que para os neutros e, também, com maiores activações para os cenários apresentados em 3D do que em 2D, mas a diferença entre estes não é consistente entre condições emocionais.

Através da análise das pontuações médias da amplitude de pico da CEP, verificámos que o modo de visualização produziu um efeito no sentido esperado, com a estimulação por tecnologia 3D a provocar amplitudes de pico da CEP mais elevadas quando considerado o conjunto das condições emocionais, mas o cenário neutro é o que tem maior peso nesse efeito. Isto pode querer dizer que a estimulação por tecnologia 3D induz, de facto, respostas emocionais de maior intensidade do que a estimulação 2D mas, quando se trata de informação emocional relevante, os estímulos visualizados em 2D desencadeiam respostas próximas dos observados em 3D e, além disso, pode também acontecer que os estímulos neutros visualizados em 3D despertem maior interesse que, como se sabe, é também uma emoção primária (e.g., Izard, 1991). Esta tese é, aliás, consistente com a ligeira redução observada no RC na condição de visualização em 3D, em concomitância com o aumento da CEP, fenómeno que é próprio do reflexo de orientação e traduz a maior focalização da atenção nos estímulos relacionados com esse padrão de resposta fisiológica. Adicionalmente, a possibilidade de existir um componente de reflexo de orientação nas respostas fisiológicas é reforçada pela constatação de que os cenários desagradáveis são cotados como induzindo

respostas emocionais de maior intensidade, mas são os agradáveis aqueles que induzem respostas electrodérmicas mais intensas.

O facto do efeito do modo de visualização encontrado nos auto-relatos de intensidade não ser exactamente replicado nos dados fisiológicos recorda-nos que os primeiros são mediados por uma apreciação cognitiva dos cenários de indução afectiva e que esta apreciação, como se explicou oportunamente, não tem uma correlação perfeita com a componente de activação do organismo induzida pela visualização dos estímulos emocionógenos e captada nos sinais fisiológicos. Pode, pois, acontecer que o potencial emocionógeno dos cenários afectivos seja suficiente para uma discriminação cognitiva da resposta emocional induzida, mas não para a emergência de níveis diferenciados de activação fisiológica (note-se que os auto-relatos de intensidade não atingem as pontuações máximas), ou que a componente fisiológica seja manifestação de outros processos que não exclusivamente os emocionais (e.g., esteja nela contida o reflexo de orientação a que se aludiu acima).

Em conclusão, é, pois, necessário testar no futuro a hipótese de existir um efeito de interesse incidindo especificamente nos cenários neutros e agradáveis, contribuindo para aumentar a activação relativa destes cenários em face dos desagradáveis. Embora os resultados sejam bastante satisfatórios e, tomados no seu conjunto, sugiram que os cenários 3D induzem respostas emocionais mais intensas, confirmando a hipótese que orientou este estudo, indicam igualmente a indispensabilidade de se procurar soluções tecnológicas que incrementem o potencial emocionógeno dos cenários, por exemplo, introduzindo animação e paralaxe negativa.

### **Estudo 3: Interferência da Indução Afetiva 2D e 3D no Processamento Atencional: um Estudo com Potenciais Relacionados com Eventos**

Vieira, J.<sup>1</sup>; Monteiro, L.<sup>2</sup>; Barbosa, F.<sup>1</sup>; Silvério, J.<sup>3</sup> Almeida, P.<sup>1</sup> & Marques-Teixeira, J.<sup>1 17</sup>

#### **Resumo**

O presente estudo pretendeu comparar os efeitos da visualização de estímulos emocionógenos a duas dimensões (2D) e três dimensões (3D) na modulação da atenção. Para o efeito, utilizámos um paradigma de dupla-tarefa e registámos o sinal EEG (32 canais) de 30 sujeitos saudáveis do sexo masculino enquanto executavam um paradigma bola-rara auditivo activo (tarefa primária). Simultaneamente, foram-lhes apresentados cenários visuais de conteúdo agradável, desagradável e neutro (tarefa secundária), compostos por estímulos gerados por computador, em dois modos de visualização, 2D e 3D. Posteriormente, foram analisados os efeitos da valência emocional e do modo de visualização relativamente à amplitude de pico e latência do componente P3 obtido nos eléctrodos da linha média (Fz, Cz e Pz). Os resultados revelaram um efeito do modo de visualização na média dos picos de amplitude do P3 em Pz, com amplitudes menores durante a visualização de cenários 3D. Para além disso, detectámos latências aumentadas do P3 para os sons alvo nas condições 3D. Contudo, não foi encontrada modulação da amplitude do P3 em função da valência emocional. De um modo geral, estes resultados sugerem uma maior alocação de recursos atencionais aos cenários 3D comparativamente com os cenários 2D. Por fim, discutiremos como as técnicas de realidade virtual podem ser mais eficientes no estudo das modulações cognitivas por via da indução das emoções em contexto experimental.

---

<sup>17 1</sup> Laboratório de Neuropsicofisiologia da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto; <sup>2</sup> Instituto Superior de Ciências da Saúde – Norte; e <sup>3</sup> Escola de Psicologia da Universidade do Minho.

## **1. Introdução**

O estudo do processamento e da indução da emoção em condições laboratoriais tem incidido sobretudo na utilização de imagens de conteúdo emocional, como aquelas que compõe o IAPS (Lang et al., 2005). Esta base de dados engloba um vasto número de fotografias de objectos e pessoas reais organizadas de acordo com os seus níveis de valência e intensidade e tem-se revelado um meio efectivo na indução de respostas emocionais em condições experimentais. Do mesmo modo, as avaliações dos sujeitos acerca dos estímulos do IAPS mostram-se bastante consistentes (e.g., Ito, Cacioppo, & Lang, 1998; Lang et al., 2005; Libkuman, Otani, Kern, Viger, & Novak, 2007).

No entanto, a estimulação 2D não proporciona aos participantes as sensações de imersão, presença ou interacção que podem ser alcançadas através de estimulação 3D. Já fora anteriormente sugerido que as características desta última poderão induzir emoções de uma forma mais efectiva em contexto experimental (e.g., Riva, Gaggioli et al., 2007; Riva, Mantovani et al., 2007). Courtney e colegas compararam a eficiência de imagens do IAPS com estímulos 3D estáticos e dinâmicos gerados por computador na indução de respostas psicofisiológicas e de apreciação subjectiva do medo (Courtney et al., 2010). Os resultados mostraram que os estímulos dinâmicos gerados por computador induziram níveis de activação fisiológica mais intensos (CEP e EMG) e maior intensidade nos auto-relatos do que as outras classes de estímulos. Além disso, a estimulação através de ambientes de RV tem mostrado produzir experiências mais imersivas, activas e realistas, o que é suportado pelo aumento da “sensação de estar” realmente nos cenários simulados (e.g., Baños et al., 2004; Carter et al., 2008; Viaud-Delmon et al., 2006) e pela maior reactividade psicofisiológica nos mesmos (e.g., Baumgartner, Valko, Esslen, & Jancke, 2006; Slater et al., 2009), ainda que um estudo recente de neuroimagem funcional revele que o padrão de activação cerebral decorrente do processamento de estímulos de RV difere do padrão de activação decorrente do processamento de estímulos do mundo real (Beck et al., 2010).

Devido às propriedades acima enunciadas o uso da RV também tem sido recomendado para fins clínicos, como no tratamento de fobias e outras perturbações de ansiedade (e.g., Botella et al., 1999; Gerardi, Cukor, Difede, Rizzo, & Rothbaum, 2010; Meyerbrocker & Emmelkamp, 2010), distúrbios do espectro do autismo (e.g., Wang & Reid, 2011; Zhu, Sun, Zeng, & Sun, 2011), perturbação de stress pós-traumático (e.g., McLay et al., 2011; Reger et al., 2011), alterações cognitivas após lesões cerebrais traumáticas (e.g., Christiansen et al., 1998) e comportamentos aditivos (e.g., Bordnick et al., 2009; Bordnick et al., 2004).

A actividade cerebral decorrente da estimulação por tecnologia RV tem sido investigada com a EEG, em termos de amplitude e latência, (e.g., Lin et al., 2007; Liu, Wang, Song, & Wu, 2010; Mertens & Allen, 2008) bem como pela análise oscilatória tempo-frequência (e.g., Bischof & Boulanger, 2003; Kahana, Sekuler, Caplan, Kirschen, & Madsen, 1999; Kober & Neuper, 2011;).

Por exemplo, Lin e colaboradores (Lin, Chen, Chiu, Lin, & Ko, 2011) recorreram ao registo EEG para investigar as respostas oscilatórias do cérebro em simuladores virtuais de condução. Aplicaram um paradigma de dupla-tarefa que consistia na realização simultânea de tarefas de atenção concentrada em contexto de estimulação distractora. Verificaram uma associação entre as condições de distracção e o aumento de *theta* (4-8 Hz) e *beta* (13-30 Hz) na região frontal, sugerindo que actividade frontal *theta* pode ser um índice do grau de distracção. Estes resultados estão em linha com os estudos anteriores que relacionam a resposta frontal teta com a activação das redes neuronais envolvidas na alocação de atenção para estímulos alvo (Missonnier et al., 2006).

Uma linha diferente de investigação explora o processamento neuronal de estímulos tridimensionais *vs.* bidimensionais por meio de análise da latência e da amplitude dos PRE. Relativamente à literatura desta linha, encontramos estudos que sugerem que o componente N1 (Kasai, Morotomi, Katayama, & Kumada, 2003; Omoto et al., 2010; Wang & Kameda, 2005), P1 e P2 (Omoto et al., 2010) são componentes eletrofisiológicos implicados nos correlatos da percepção de profundidade, em resposta à tridimensionalidade dos objectos.

No entanto, neste estudo não estamos interessados nos aspectos visuoperceptivos da tridimensionalidade, mas sim em comparar a eficácia de estímulos visuais 2D e 3D na indução de respostas emocionais. Para este fim, abordámos a interferência das informações visuais emocionais no desempenho de uma tarefa auditiva de detecção de estímulos-alvo. Mais especificamente, examinámos a modulação do componente P3 relacionado com estímulos-alvo auditivos através de estímulos emocionais simultâneos, apresentados nos dois modos de visualização, 2D e 3D.

O P3 é uma onda de polaridade positiva que ocorre entre os 300 e 500 ms após o estímulo, e que manifesta a sua máxima amplitude na região centroparietal. Funcionalmente, este componente tem sido relacionado com a detecção de eventos novos ou improváveis, bem como com a alocação de recursos atencionais a estímulos relevantes (Hajcak, MacNamara, & Olvet, 2010; Sutton et al., 1965).

De facto, a literatura tem apresentado de forma mais ou menos sustentada que a amplitude do P3 é modulada pela presença de uma tarefa secundária concorrente que requer o engajamento de recursos atencionais (Isreal, Wickens, & Donchin, 1980). Isso tem dado algum apoio a um modelo de desvio atencional na modulação do P3, segundo o qual, a amplitude do componente a um estímulo-alvo depende da quantidade de recursos cognitivos desviados para o estímulo ou tarefa secundária.

Tem ainda sido consistentemente demonstrado que a informação emocional participa na modulação de processos cognitivos como a percepção e a atenção, provocando alterações funcionais no cérebro humano (Marques-Teixeira & Barbosa, 2005; Palermo & Rhodes, 2007; Vuilleumier, 2005; Vuilleumier & Huang, 2009). Na verdade, o nosso cérebro possui a necessidade de detectar informações vitais num mundo multifacetado, mas também apresenta uma capacidade de processamento limitada (Domínguez-Borràs, 2008; Norman & Bobrow, 1975). Estas limitações são colmatadas, em parte, graças à actuação dos processos atencionais e executivos, que tendem a ajustar-se de forma flexível às exigências do meio, permitindo desse modo que o cérebro possa lidar com um subconjunto de informações simultâneas com base na sua relevância ou importância actual (Vuilleumier, 2005).



Deste modo, uma vez que os nossos recursos atencionais são limitados (Norman & Bobrow, 1975) a realização de tarefas simultâneas implica a alocação de maior ou menor quantidade de recursos atencionais a cada uma delas, dependendo do tipo de exigências que cada uma coloca (Navon & Gopher, 1979; Wickens, 1980). Esta questão torna-se particularmente evidente em paradigmas de dupla-tarefa, de atenção dividida ou de tarefas concorrentes, onde as exigências do processamento otimizado de uma tarefa interferem com o desempenho da outra tarefa (Domínguez-Borràs, Garcia-Garcia, & Escera 2008; Marques-Teixeira & Barbosa, 2005).

A modulação da amplitude do P3 a um estímulo-alvo pela informação emocional concorrente é consistente com este modelo e a presença de informação emocional periférica tem sido relacionada com a diminuição da amplitude do P3 aos estímulos-alvo (Cuthbert et al., 1998; Keil et al., 2007; Schupp, Cuthbert, Bradley, Birbaumer, & Lang, 1997). Essa modulação afectiva tem sido explicada pela noção de que os estímulos emocionais levam a que a atenção seja neles focalizada automaticamente, devido à sua importância intrínseca motivacional (Hajcak et al., 2010), levando a uma diminuição na quantidade de recursos disponíveis para o processamento dos estímulos-alvo e, portanto, a uma diminuição da amplitude do componente. Mais ainda, a redução da amplitude do P3 tem-se mostrado particularmente acentuada quando se apresentam estímulos afectivos de elevada intensidade (e.g., Cuthbert et al., 2000; Keil et al., 2007).

Tal como já se referiu antes, o principal objectivo deste estudo foi comparar o desvio de recursos atencionais de uma tarefa auditiva de detecção de sons-alvo para cenários afectivos, apresentados em dois modos de visualização (2D vs. 3D). Com base na literatura, que sugere que a estimulação 3D pode induzir respostas emocionais mais intensas do que a 2D, testámos duas hipóteses principais (a primeira delas metodológica) e três hipóteses corolárias:

H1 - A indução emocional experimental em ambientes de RV permite efectuar registos electroencefalográficos simultâneos com a qualidade necessária à obtenção de potenciais cerebrais relacionados com eventos;

H2 – A indução de emoções por tecnologia 3D capta mais recursos atencionais do que a indução de emoções pela tecnologia 2D para estímulos de conteúdo equivalente, indicando um maior desvio do processamento para estímulos apresentados em 3D:

H2.1 – Num paradigma de dupla-tarefa em que estimulação emocional passiva compete com uma tarefa primária cognitiva do tipo bola-rara auditiva, o tempo de reacção aos sons-alvo é superior na condição de indução emocional em cenários de RV (*i.e.*, visualizados em 3D);

H2.2 – No mesmo paradigma de dupla-tarefa, a latência do potencial cerebral P3 relacionado com os sons-alvo é superior na condição de indução emocional em cenários 3D;

H2.3 – Ainda no mesmo paradigma, a amplitude do P3 aos sons-alvo é inferior na condição de indução emocional em cenários 3D.

## **2. Método**

### **2.1 Amostra**

Recrutámos 30 participantes saudáveis, do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 18 e os 41 anos de idade ( $M = 30.06$ ;  $DP = 5.42$ ). Foram considerados critérios de exclusão a presença de diagnósticos psiquiátricos ou consumo de substâncias de abuso, de acordo com o *DSM-IV-TR* (*American Psychological Association*, 2002), e, ainda, a presença de deficiências visuais ou auditivas não compensadas, que pudessem comprometer o desempenho nas tarefas experimentais.

## 2.2 Materiais

Nesta experiência de dupla-tarefa, foram utilizados estímulos nas modalidades auditiva e visual. A tarefa principal foi apresentada na modalidade auditiva e consistiu na exposição a um paradigma bola-rara activo, sincronizado com o registo de EEG. Apresentam-se dois tons aleatoriamente combinados: (1) estímulo frequente com 500 *Hz* e uma probabilidade total de 80%; e (2) estímulo raro, ou alvo, com 1500 *Hz* e uma probabilidade total de 20% – organizados em sete séries de 150 estímulos binaurais (ritmo de um tom com 70 *dB* de nível sonoro e 70 ms de duração a cada 1.3 s) através de auriculares ligados a um computador com *software* de estimulação *Presentation 0,71* (*Neurobehavioral Systems SA*), sincronizado com um sistema de aquisição de dados EEG (cf. 2.4. Aquisição de EEG). Foi solicitado aos participantes que assinalassem os tons raros durante cada um dos blocos. A tarefa secundária, apresentada na modalidade visual consistiu na exposição dos três cenários de indução afectiva que consituem o CIA 3D, nos dois modos de visualização - 2D vs. 3D. A informação emocional foi manipulada segundo três condições: Agradável vs. Neutra vs. Desagradável.

A experiência decorreu no Laboratório de Visualização e Percepção do Centro de Computação Gráfica, Investigação & Desenvolvimento Tecnológico, situado no Campus de Azúrem, da Universidade do Minho, equipado com um sistema *CAVE* com projectores digitais *Christie Mirage S4K* (*Christie Digital Systems, Inc, Berkshire, U.K.*), possibilitando a visualização dos cenários de indução afectiva através do *software Stereoscopic Player® Versão 1.6.6*, (*Sensio Technologies Inc., Linz, Austria*) que permite a visualização estereoscópica activa através de óculos de obturação de cristais líquidos, *Shutter Glasses* (*NuVision, Oregon, USA*).

## 2.3 Procedimentos

Como foi dito anteriormente, o principal objectivo do presente estudo foi comparar a alteração da alocação de recursos atencionais para a tarefa auditiva de

detecção de sons raros, enquanto se apresentavam os cenários afectivos em dois modos de visualização (2D vs. 3D). Para o efeito, efectuámos o registo EEG, com vista à obtenção de PRE, enquanto os participantes eram submetidos a um paradigma de dupla-tarefa, em que apresentámos ao sujeito duas fontes de informação distinta em simultâneo. A tarefa primária consistia em detectar e assinalar os sons raros através de um paradigma auditivo bola-rara activo. Os participantes ouviram séries de dois tons diferentes (frequente e alvo; com um intervalo inter-estímulo de 1300 ms) e foram instruídos a pressionar imediatamente um botão num *joystick* sempre que detectassem um tom agudo (alvo), ignorando tons frequentes. A tarefa secundária consistia na visualização de cenários agradáveis, neutros e desagradáveis (constituintes do CIA 3D) em duas modalidades de projecção (2D vs. 3D) e foi realizada simultaneamente com a tarefa principal.

Cada participante realizou a tarefa auditiva em sete blocos, correspondentes a sete condições experimentais: Simples (só tarefa primária), Agradável-2D, Desagradável-2D, Neutro-2D, Agradável-3D, Desagradável-3D, Neutro-3D, cada um com 150 estímulos auditivos. O primeiro bloco foi sempre a tarefa bola-rara simples, enquanto os seguintes foram administrados em simultâneo com a estimulação visual. Os participantes foram instruídos a detectar e assinalar todos os sons-alvo tão rapidamente quanto possível, enquanto exploravam os cenários de indução emocional, nos dois modos de visualização. A ordem dos blocos (excepto para o da bola-rara simples) foi pseudo-aleatória entre os participantes, para garantir o contrabalanceamento das condições emocionais, bem como do modo de visualização. No final de cada bloco, os participantes descansaram durante 2 min.

Os cenários visuais foram apresentados com o *software Stereoscopic Player*, a partir de um computador portátil com *Windows Vista (Microsoft Corporation)*, conectado a um projector *Christie Mirage S4K*, com uma resolução de 1400 x 1050 pixéis, e uma taxa de actualização de 120 Hz. Os Cenários foram projectados numa tela de 300 x 300 cm. Os participantes estavam sentados a 250 cm de distância da tela, onde

os cenários visuais foram projectados. Cada participante utilizou óculos estereoscópicos *NuVision 60 GX*, para permitir a percepção de profundidade nos cenários em 3D. Uma vez que as lentes dos referidos óculos não comprometem a percepção das cenas 2D, os participantes foram instruídos a mantê-los em todos os blocos, sendo permitido somente removê-los durante os períodos de descanso. Todos os indivíduos deram consentimento informado (ver Anexo 1.), após lhes terem sido explicados os procedimentos experimentais. Durante a experiência, foi solicitado aos participantes que evitassem o movimento corporal e o pestanejo para reduzir os artefactos motores no registo EEG.

## **2.4 Aquisição de EEG**

As aquisições de EEG foram efectuadas através de um amplificador *ANT REFA-32* de 32 canais, monitorizado pelo *software ASA 46,08 (ANT SA)*. O registo EEG foi adquirido de forma contínua com uma taxa de amostragem de 256 Hz em 32 localizações (Fp1, Fpz, Fp2, F3, Fz, F4, FC5, FC6, F7, F8, FC1, FC2, T7, C3, Cz, C4, T8, M1, CP5, CP1, CP2, CP6, M2, P3, PZ, P4, P7, Poz, P8, O1, Oz, O2), de acordo com o SI 10-20, aprovado pela *Federação Internacional de Electroencefalografia*. Foram posicionados eléctrodos de referência nas regiões mastóides e um eléctrodo terra na posição intermédia entre Fz e Cz. As impedâncias foram mantidas abaixo de 10 k $\Omega$  em todas as localizações. O sinal foi filtrado através da banda 0.3-30 Hz.

Uma vez obtidos, os registos de EEG foram submetidos à *Análise de Componentes Independentes* -ICA (Makeig, Bell, Jung, & Sejnowski, 1996) e os componentes correspondentes a artefactos de pestanejo foram removidos.

Para a análise tempo-voltagem, foram extraídos períodos de 1000 ms (incluindo 200 ms de base pré-estímulo), corrigindo-se a linha de base. Os ensaios EEG que continham artefactos com actividade superior a  $\pm 100 \mu V$  foram removidos automaticamente. Os artefactos remanescentes foram detectados através de inspecção visual e os ensaios respectivos foram manualmente eliminados. Os ensaios-alvo sem resposta também foram excluídos da análise. Todo o processamento de EEG foi feito no

programa *EEGLAB* v8.0.3.5b (Delorme & Makeig, 2004) *toolbox for MATLAB Versão 7.1* (The Mathworks, Inc., Natick, USA).

## 2.5 *Análise dos PRE*

Os PRE para cada indivíduo foram obtidos para o estímulo-alvo. A amplitude de pico, a latência de pico e média de amplitude do componente P300 foram calculadas para os eléctrodos da linha média (Fz, Cz e Pz). Para cada eléctrodo, os valores da amplitude e latência de pico foram obtidos automaticamente dentro de uma janela de pesquisa entre 235 e 400 ms após o lançamento do estímulo. A amplitude média do P300 foi classificada como a voltagem média na janela definida.

## 2.6 *Análise Estatística*

Foram analisados dados comportamentais e electrofisiológicos, adoptando sempre um nível de significância de .05. Quando necessário, foi aplicado o *Método de Correção Greenhouse-Geisser*, com o objectivo de controlar os efeitos de esfericidade: Nas comparações múltiplas recorremos ao *Método de Correção Bonferroni*.

A média do *tempo de reacção* (TR) para os tons-alvo foi estatisticamente calculada através de uma análise de variância (ANOVA) por *Condições* (Simples, Agradável-2D, Desagradável-2D, Neutro-2D, Agradável-3D, Desagradável-3D, Neutro-3D), num desenho intra-sujeitos. Para investigar os efeitos do *Modo de Visualização* (2D, 3D) e da *Valência Emocional* (Agradável, Desagradável, Neutra) na média do TR, efectuámos uma ANOVA para medidas repetidas com estas duas variáveis num desenho intra-sujeitos.

Relativamente aos dados electrofisiológicos, foi realizada uma análise estatística tempo-voltagem. Analisámos a média de amplitude, a amplitude de pico e a latência de pico do componente P300 para os três eléctrodos médios.

De uma forma mais específica, procurámos efeitos das diferentes *Condições* e dos *Eléctrodos*, efectuando, mais uma vez, uma *ANOVA* para medidas repetidas com estas duas variáveis num desenho intra-sujeitos. Os efeitos do *Modo de Visualização* (2D, 3D) e da *Valência Emocional* (Agradável, Neutra, Desagradável) também foram analisados de acordo com o mesmo modelo estatístico.

### **3. Resultados**

#### **3.1 Resultados Comportamentais**

##### **3.1.1 Tempos de Reacção**

Os resultados da *ANOVA* não revelaram nenhum efeito da *Condição* sobre o TR médio aos estímulos-alvo. Do mesmo modo, não foram encontrados efeitos significativos relativamente ao *Modo de Visualização*, *Valência Emocional*, ou à interacção *Modo x Valência*.

#### **3.2 Análise dos PRE**

##### **3.2.1 Amplitude de Pico do P300**

###### **3.2.1.1 Efeito da Condição e do Eléctrodo**

Na amplitude de pico do P3, verificou-se um efeito principal para a variável *Eléctrodo* ( $F_{[2, 48]} = 13.35, p < .001$ ), com  $Fz < Cz = Pz$  (razão pela qual só se apresentam os potenciais para os dois últimos eléctrodos nas Figuras 17. e 18., respectivamente). Não foram encontrados efeitos para a *Condição*, nem para a interacção *Condição x Eléctrodo*.

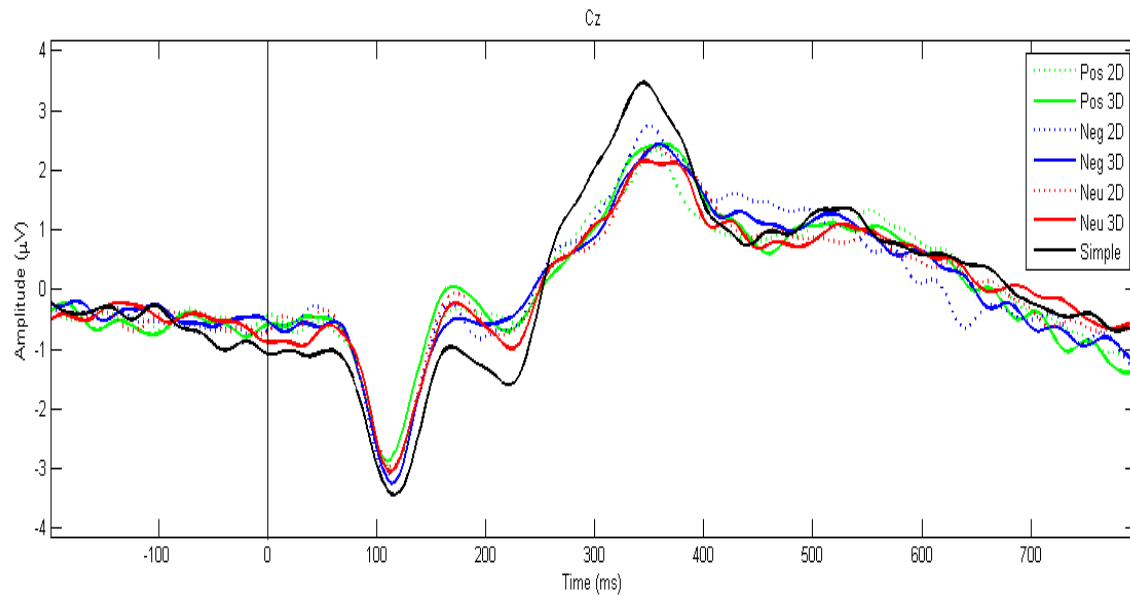


Figura 17. Potenciais de grupo obtidos em Cz para as sete condições experimentais (Simple: simples/tarefa primária; Pos 2D: Agradável-2D; Neg 2D - Desagradável-2D; Neu 2D - Neutro-2D; Pos 3D - Agradável-3D; Neg 3D - Desagradável-3D; Neu 3D - Neutro-3D).

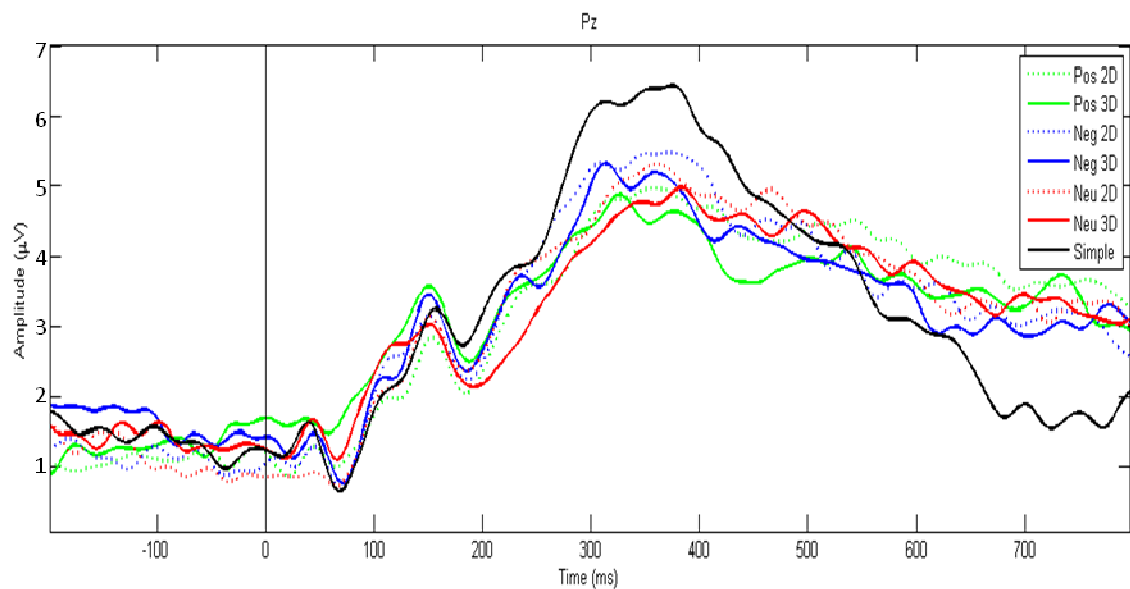


Figura 18. Potenciais de grupo obtidos em Pz para as sete condições experimentais (Simple: simples/tarefa primária; Pos 2D: Agradável-2D; Neg 2D - Desagradável-2D; Neu 2D - Neutro-2D; Pos 3D - Agradável-3D; Neg 3D - Desagradável-3D; Neu 3D - Neutro-3D).



Para melhor explorar o efeito do tipo de tarefa (contrastando a condição bola-rara simples com as de dupla-tarefa, ou seja com aquelas em que os cenários visuais foram apresentados em simultâneo), calculámos a média dos valores de pico do componente P3 nas seis condições de dupla-tarefa e comparámo-la com o da bola-rara simples, através de um *Teste-t* para amostras emparelhadas. No caso do eléctrodo Pz, o teste revelou diferenças significativas entre os dois tipos de tarefa ( $t_{(29)} = -3.60$ ,  $p = .001$ ), com amplitudes de pico superiores para a condição de bola-rara simples ( $M = 6.65 \mu V$ ;  $DP = 2.98$ ), comparativamente às de bola-rara em dupla-tarefa ( $M = 5.17 \mu V$ ;  $DP = 2.59$ ). O mapa topográfico apresentado na Figura 19. permite observar um potencial positivo de maior intensidade na região do eléctrodo Pz para a condição de bola-rara simples<sup>18</sup>.

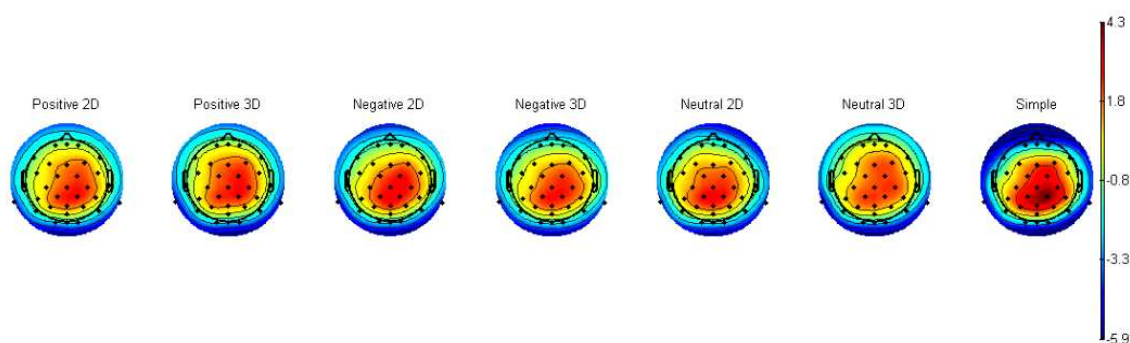


Figura 19. Mapas topográficos dos factores espaciais correspondentes ao ponto de latência média de pico do componente P300 em cada uma das condições experimentais manipuladas.

### 3.2.1.2 Efeito do Modo de Visualização e da Valência Emocional

Na posição Pz, observámos um efeito principal do *Modo de Visualização* ( $F_{[1, 27]} = 11.09$ ,  $p < .01$ ), com menor amplitude de pico do P300 para as condições 3D ( $M_{3D} = 5.04 \mu V$ ;  $DP = 2.90$ ,  $M_{2D} = 5.81 \mu V$ ;  $DP = 3.06$ ). Não se registaram efeitos para os eléctrodos Cz ou Fz.

Para a *Valência Emocional* e para a interacção *Modo x Valência*, os resultados também não se mostraram significativos.

---

<sup>18</sup> Os valores médios de amplitude de pico do componente P3 reportados no texto dizem respeito à média dos valores máximos encontrados dentro da janela temporal entre os 235 e os 400 ms. Naturalmente que esse valor de pico foi encontrado em pontos temporais diferentes para os diferentes sujeitos e condições. Já no mapa de actividade electroencefálica, bem como nas figuras 16 e 17, representam-se as médias globais do grupo no mesmo ponto temporal, o que justifica que os valores sejam substancialmente diferentes.

### 3.2.2 Amplitude Média do P300

#### 3.2.2.1 Efeito da Condição e do Eléctrodo

Utilizando os mesmos procedimentos descritos anteriormente para a amplitude de pico do P300, no caso da amplitude média também foi encontrado um efeito principal significativo para a variável *Eléctrodo* ( $F_{[2, 50]} = 24.47, p < .001$ ), com  $Fz < Cz < Pz$ .

De modo idêntico, não foram encontrados efeitos significativos para a *Condição*, nem para a interacção *Condição x Eléctrodo*.

#### 3.2.2.2 Efeito do Modo de Visualização e da Valência Emocional

Ainda à semelhança do que registámos na amplitude de pico do P300 em Pz, encontrámos um efeito principal para o *Modo de Visualização* ( $F_{[1, 27]} = 8.64, p < .001$ ), com a amplitude média do P3 a revelar-se menor nas condições 3D ( $M_{3D} = 3.02, DP = 2.47, M_{2D} = 3.62, DP = 2.58$ ). (Ver Figura 20.).

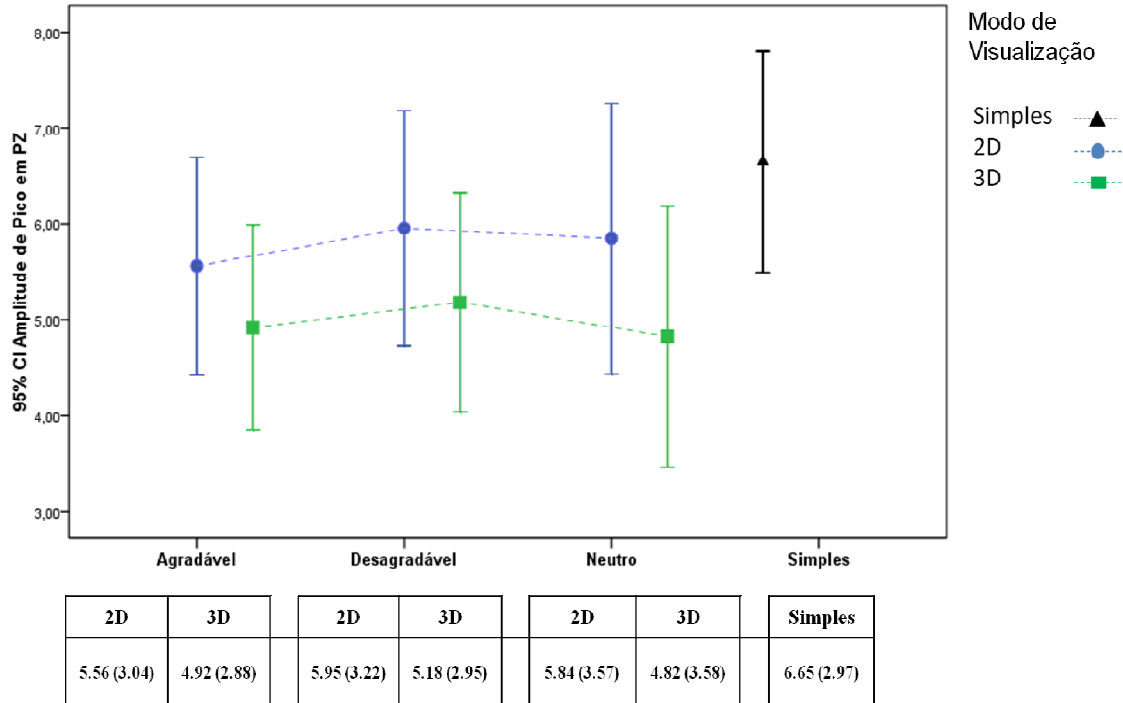


Figura 20. Amplitudes de pico em  $\mu V$ , obtidas em Pz para as sete condições experimentais (Agradável-2D vs. 3D; Desagradável-2D vs. 3D; Neutro-2D vs. 3D; e simples/tarefa primária).

Não foram encontrados efeitos significativos nos eléctrodos Cz ou Fz. Para a *Valência Emocional* e para a interacção *Modo x Valência* também não se registaram resultados significativos.

### **3.2.3 Latência de Pico do P300**

#### **3.2.3.1 Efeito da Condição e do Eléctrodo**

Para a latência de pico do P300 não se registaram quaisquer efeitos em função da *Condição*, dos *Eléctrodos*, nem da interacção entre ambas as variáveis.

#### **3.2.3.2 Efeito do Modo de Visualização e da Valência Emocional**

Apenas se encontrou um efeito tangencial do *Modo de Visualização* em Cz ( $F_{[1, 27]} = 3.97, p = .06$ ), com tendência para maiores latências de pico nas condições 3D ( $M_{3D} = 345.96$  ms;  $DP = 39.46$ ,  $M_{2D} = 335.68$  ms;  $DP = 42.16$ ) e um efeito principal da *Valência Emocional* em Fz ( $F_{[2, 54]} = 4.41, p = .02$ ), com maior latência de pico para a Condição Neutra ( $M = 342.84$  ms;  $DP = 41.21$ ), comparativamente com a Desagradável ( $M = 322.47$  ms,  $DP = 45.07$ ).

## **4. Discussão e Conclusões Sumárias do Estudo**

A estimulação visual tridimensional é mais efectiva do que as imagens em duas dimensões na indução de estados emocionais em contextos experimentais?

Para responder a esta questão, considerámos o modelo da limitação dos recursos atencionais e procurámos testar a interferência de cenários de indução afectiva 2D e 3D no desempenho de uma tarefa primária de detecção de estímulos-alvo. Neste sentido, registámos o sinal de EEG dos participantes enquanto efectuavam uma tarefa auditiva bola-rara (tarefa primária) durante a visualização de cenários agradáveis, neutros e desagradáveis (tarefa secundária). A resposta cerebral aos tons raros foi analisada

através da amplitude do componente P3, dada a sua eficácia comprovada como índice da modulação atencional em paradigmas de dupla-tarefa (e.g., Isreal et al., 1980).

Ao contrário do esperado, quando todas as condições experimentais foram simultaneamente comparadas a análise do P3 não revelou quaisquer efeitos da Condição Emocional na sua amplitude. No entanto, quando as condições de dupla-tarefa foram agrupadas e comparadas com a tarefa de bola-rara isolada, obteve-se o efeito esperado na amplitude de pico e média do P3 em Pz, *i.e.*, uma redução de ambas, reflectindo o desvio de recursos atencionais para a tarefa secundária.

O decréscimo da amplitude do P3 enquanto os sujeitos efectuavam uma tarefa de detecção de estímulos-alvo durante a visualização de cenários de indução afectiva confirma o consumo de recursos cognitivos pela tarefa secundária, suportando as conclusões de estudos anteriores sobre a relevância da tarefa na modulação do P3 (Almeida et al., 2011; Duncan-Johnson & Donchin, 1977; Kemner et al., 1996; Squires et al., 1977). Para além disso, os nossos resultados demonstram que os cenários 3D, independentemente da valência emocional correspondente, alocam mais recursos atencionais que os cenários 2D, o que se constata pela grande redução da amplitude do P3, bem como pela maior latência dos seus picos, durante a projecção dos primeiros.

O maior desvio da atenção para os estímulos tridimensionais tanto pode explicar-se pelo facto destes desencadearem respostas emocionais mais intensas, tornando-se motivacionalmente mais relevantes e requerendo maior atenção, como pelo facto dos estímulos tridimensionais serem cognitivamente mais exigentes do que os bidimensionais.

Efectivamente, tem sido sugerido que a integração da informação 3D ocorre a um nível posterior de processamento, pelo aumento da actividade neuronal igualmente envolvida na percepção de objectos 2D correspondentes, nomeadamente no córtice parietal direito (Severac-Cauquil, Trotter, & Taylor, 2006), onde o sulco intraparietal caudal parece desempenhar um papel crucial (Taira, Nose, Inoue, & Tsutsui, 2001; Tsutsui, Taira, & Sakata, 2005). Mas, no nosso entender, não existem evidências suficientes para reconhecer que os mecanismos neuronais diferenciais envolvidos na percepção tridimensional traduzem um esforço suplementar em relação ao

processamento bidimensional. Acrescente-se que, analisando os dados comportamentais, não encontramos quaisquer diferenças na média do tempo de reacção a estímulos-alvo entre os modos de visualização 2D e 3D.

O facto da tridimensionalidade tornar os estímulos emocionógenos mais salientes e recrutar mais recursos atencionais, prejudicando o desempenho na tarefa primária, consitui uma explicação mais plausível para estes resultados. Esta interpretação é consistente com os estudos que demonstram que a tecnologia de RV produz uma maior imersão e sensação de presença (e.g., Baumgartner et al., 2006), e vai de encontro a conclusões experimentais anteriores que estabelecem que a relevância motivacional do estímulo emocionógeno conduz a uma alocação atencional automática a esse mesmo estímulo (e.g., Bradley et al., 2001; Calvo & Lang, 2004; Nummenmaa, Hyona, & Calvo, 2006;).

Há, contudo, um aspecto a exigir maior cuidado interpretativo. Na literatura sobre o P3 tem sido demonstrado que a apresentação de informação emocional concorrente tem um efeito mais forte do que informação neutra na redução da amplitude do componente descrito a estímulos-alvo (e.g., Cuthbert et al., 1998; Marques-Teixeira & Barbosa, 2005). Os resultados encontrados não parecem suportar estas conclusões, dado que não encontramos um efeito da valência emocional na amplitude do P3. No entanto, a inexistência de modulação emocional pode dever-se à moderada activação dos cenários emocionógenos utilizados neste estudo experimental. Na verdade, obtivemos pontuações médias de 5-6 pontos na escala de 1-9 do SAM e é do conhecimento geral que o efeito de modulação emocional na amplitude do P3 tende a ser inversamente proporcional ao nível de activação provocado pelo estímulo apresentado (e.g., Keil et al., 2007). Além disso, a modulação da amplitude do P3 não existiu em estudos de dupla-tarefa em que a tarefa primária era manipulada.

Não obstante algumas limitações, o presente estudo permite destacar o potencial da utilização da estimulação tridimensional no estudo experimental da indução das emoções. Tanto quanto é do nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo em que se procurou analisar em que medida a estimulação emocionógena 2D e 3D afecta a

alocação de atenção, através da análise de respostas EEG com vista à obtenção de PRE, num paradigma de dupla-tarefa.

Em primeiro lugar, podemos inferir que, independentemente do seu conteúdo emocionógeno, os cenários 3D revelam-se mais salientes, levando o indivíduo a dedicar-lhes mais recursos atencionais do que aos seus correspondentes em 2D. Estes resultados valorizam a efectividade da estimulação tridimensional no recrutamento de recursos atencionais e, plausivelmente, na indução de emoções em contexto experimental laboratorial. Na verdade, embora não tenhamos encontrado um efeito estatisticamente significativo da *Condição Emocional* na amplitude do P3, tal pode ter-se devido às propriedades afectivas do estímulo, sobretudo no que concerne ao seu potencial de activação. O desenvolvimento de outros cenários de indução afectiva 3D, com níveis variados de valência e activação, poderiam auxiliar na verificação desta possibilidade, bem como certificar as possíveis contribuições das propriedades dimensionais de estímulos 3D.

Sugerimos que as investigações futuras se focalizem no desenvolvimento e teste de um maior número de estímulos 3D, tendo como principal objectivo a criação de uma base de dados de estímulos emocionógenos tridimensionais que sustenha um maior potencial na indução de emoções comparativamente às imagens bidimensionais já existentes.

Por outro lado, parece útil aumentar a amostra para verificar o padrão de resultados, bem como utilizar de técnicas de estudo complementares, que forneçam informações mais específicas sobre a activação cerebral decorrente da estimulação emocionógena 2D e 3D.

Por ora, no plano da investigação metodológica, estes resultados demonstram que a tecnologia envolvida na indução emocional através de ambientes de realidade virtual é compatível com a tecnologia laboratorial necessária à captação de sinais tão sensíveis a interferências como os electroencefálicos, permitindo a realização simultânea de EEG com a qualidade suficiente para a extracção de PRE.

No plano da investigação científica, os resultados neurofisiológicos, nomeadamente a menor amplitude e maior latência do P3 nas condições 3D

comparativamente com as 2D, corroboram a hipótese de que os estímulos emocionais apresentados através de tecnologia de realidade virtual captam mais recursos atencionais, à custa do processamento de estímulos simultâneos (Marques-Teixeira & Barbosa, 2005; Perez-Lopez & Woody, 2001; Pessoa, Japee, & Ungerleider, 2005; Vuilleumier, 2005), levando presumivelmente ao processamento otimizado dos estímulos afectivos tridimensionais.





## **Estudo 4: Activação do Complexo Amigdalino por Estímulos Indutores de Emoções apresentados em 2D e 3D**

Dores, A.<sup>1,2</sup>; Barbosa, F.<sup>3</sup>; Monteiro, L.<sup>4</sup>; Reis, M.<sup>5</sup>; Coelho, C.<sup>6</sup>; Ribeiro, E.<sup>7</sup>; Leitão, M.<sup>8</sup> & Castro Caldas, A.<sup>9 19</sup>

### **Resumo**

Neste estudo, utilizou-se a RMf para comparar a diferença entre a activação cerebral decorrente da visualização dos cenários de indução afectiva 3D e 2D. Os resultados mostraram que os cenários de valência desagradável e neutra provocaram maior activação do complexo amigdalino direito quando os estímulos foram apresentados na modalidade de visualização 3D. Estes resultados sugerem que a tridimensionalidade proporciona um valor emocionógeno acrescido aos estímulos, particularmente aos de valência desagradável, como parece indiciar a neuroimagem. A terminar, são discutidas as potenciais implicações destes resultados para perturbações da esfera afectiva, como a Perturbação de Stress Pós-traumático e as fobias.

---

<sup>19</sup> <sup>1</sup> Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto; <sup>2</sup> Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto, Instituto Politécnico do Porto; <sup>3</sup> Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto; <sup>4</sup> Instituto Superior de Ciências da Saúde – Norte; <sup>5</sup> Serviço Médico de Imagem Computorizada SA. Porto; <sup>6</sup> Queensland Brain Institute. University of Queensland, Austrália; <sup>7</sup> Serviço Médico de Imagem Computorizada SA. Porto; <sup>8</sup> Instituto Superior de Engenharia do Porto, Instituto Politécnico do Porto; <sup>9</sup> Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Católica Portuguesa

## **1. Introdução**

Durante as últimas décadas foram vários os estudos publicados sobre as bases neuronais dos diferentes sistemas emocionais (LeDoux, 1996; Panksepp, 1998) e a sua influência nos processos cognitivos, como a atenção (e.g., Lang et al., 1997), a memória (e.g., Ochsner & Schacter, 2000), ou as competências cognitivas que envolvem funções complexas, como a tomada de decisão (Damásio, 1994). Em grande parte destes estudos aplicaram-se imagens de indução afectiva 2D em contexto experimental.

As investigações que recorreram à RMf revelam-se particularmente relevantes para o estudo das emoções, uma vez que esta tecnologia fornece informação adicional acerca dos substratos neuronais que sustentam o processamento emocional. A disponibilidade cada vez maior da RMf tem vindo a estimular largamente esta área de investigação. No entanto, esta forma de exploração do fenómeno emocional tem sido efectuada recorrendo sobretudo a simples slides de imagens ou outro tipo de estímulos que permitem um largo controlo experimental mas que não favorecem a sensação de “presença” e de “imersão” do indivíduo na situação-estímulo, aspectos cruciais para uma investigação mais “naturalista” das emoções. Em 1997, Lombard e Ditton descreveram o conceito de presença como a “ilusão perceptiva não mediada que envolve uma resposta contínua (em «tempo real») dos sistemas humanos de processamento sensorial, cognitivo e afectivo” (p. 9). Outros autores definiram a presença virtual como um estado de consciência que permite ao indivíduo sentir a sensação “subjectiva” (Slater, 2003) de estar fisicamente presente no local projectado (Freeman et al., 1999) mais do que no local onde se encontra efectivamente (Velez-Langs & Larboulette, s.d.). Já o sentir-se “imerso numa experiência”, implica que o indivíduo sinta o ambiente virtual como a única experiência em curso, alheando-se o mais possível da realidade envolvente (Lévis, 2006). Se os estímulos 2D têm validade ecológica relativamente reduzida, isto significa que serão menos capazes de induzir emoções de uma forma mais aproximada das situações do quotidiano tornando, por consequência, a extrapolação dos achados mais falível.

A neuroimagem funcional providenciou uma forte evidência sobre o papel crítico do complexo amigdalino no processamento emocional. Uma meta-análise recente (Sergeier et al., 2008) demonstrou que o complexo amigdalino é consistentemente activado por estímulos emocionógenos. Não obstante, e mais uma vez, nenhum dos 148 estudos seleccionados para esta análise recorreu à utilização de estímulos 3D. Apesar dos ambientes mais realistas serem evitados em favor de um maior controlo experimental, alguns investigadores, como Hoffman e colaboradores (2003), demonstraram a possibilidade de combinação da tecnologia de Realidade Virtual (RV) com a RMf. Durante a recolha de dados, os participantes deste estudo reportaram uma elevada sensação de imersão independentemente dos constrangimentos existentes como a imobilização e o ruído. Um pouco mais tarde, Lee e colaboradores (2005) estudaram o efeito de estímulos 2D e 3D como pistas para induzir o *craving* do consumo de tabaco, concluindo que os estímulos 3D produzem maior activação em áreas cerebrais relacionadas com a atenção, o balanço visual e a coordenação de movimento. Para além destes estudos, escassos são aqueles em que se tenham comparado os efeitos de estímulos 2D e 3D na indução emocional recorrendo a medidas de activação cerebral.

A investigação das emoções, dos seus substratos neuronais e dos seus efeitos noutras funções mentais, carece de estímulos alternativos mais capazes de otimizar a indução de respostas emocionais em contextos laboratoriais controlados, onde é possível manipular e quantificar os resultados experimentais. A utilização da tecnologia RV contribui para este objectivo, permitindo o desenvolvimento de estímulos com propriedades mais próximas da realidade. A tridimensionalidade parece fundamental para conferir maiores sensações de presença e imersão em face dos objectos emocionais, possibilitando uma melhor emulação da realidade em ambiente de laboratório (Coelho, Santos, Silvério, & Silva, 2006; Insko, 2003). Dado que os estímulos 3D aumentam a sensação de presença no sujeito (Slater, 2003), podendo assim desempenhar um papel essencial nos paradigmas metodológicos do estudo da emoção (Coelho et al., 2006), deduzimos que a estimulação 3D pode tornar-se mais efectiva na indução das emoções do que a estimulação pela tecnologia tradicional 2D.

Neste estudo, apresentámos os cenários de indução emocional do CIA 3D para medir a activação cerebral a eles associada através da RMf. Mais especificamente, propusemo-nos verificar se a indução das emoções por tecnologia 3D provoca maior activação cerebral do que a decorrente da tecnologia tradicional 2D. De uma forma geral, esta investigação pretendeu avaliar se a activação das áreas cerebrais relacionadas com o processamento de estímulos emocionais, mais especificamente do complexo amigdalino, pode ser modulada pela tridimensionalidade dos estímulos, uma vez que as suas características promovem maiores sensações de proximidade e presença ambiental nos participantes. Para isso, submetemos os participantes à visualização dos cenários de indução afectiva em dois formatos (2D e 3D) enquanto se efectuava o registo do sinal *BOLD* por RMf. De acordo com as razões explanadas anteriormente, era esperado encontrar maior activação do complexo amigdalino para a condição de visualização 3D em comparação com a condição 2D. A hipótese a ser testada é, então, se a indução de emoções por tecnologia 3D provoca maior activação cerebral nos complexos amigdalinos.

## **2. Método**

### **2.1 Amostra**

Recrutámos 12 participantes saudáveis, todos destros e do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 18 e os 35 anos ( $M = 26.58$ ;  $DP = 5.16$ ). Nenhum deles apresentava qualquer contra-indicação para submissão a RMf. Através de uma entrevista de triagem, descartámos patologias do SNC, desordens psiquiátricas, trauma e défices de acuidade visual.

## 2.2 Materiais

Os estímulos visuais apresentados consistiram em três cenários de indução afectiva (Agradável, Neutro, Desagradável), que foram previamente validados e passaram a constituir o CIA 3D. Os estímulos foram apresentados através de uma unidade de estimulação (computador portátil equipado com *Windows*) ligada a um sistema de retro projecção (*projector multimédia XGA*, com uma resolução de 1024 x 768 *pixéis* e 2200 *ANSI lumens*) em tela translúcida. Os dados da RMf foram recolhidos através de um *scanner 1.5 T* (*MAGNETON, Sonata, Siemens*) com um gradiente 40mT/m de amplitude máxima, 200  $\mu$ s de tempo mínimo de subida e 200T/m/s de taxa de variação máxima. Os participantes observaram os cenários projectados na tela translúcida através de um espelho incorporado no scanner de RMf onde estavam posicionados. No sentido de conseguir a tridimensionalidade dos cenários neste *setting* específico, recorreu-se ao sistema de visualização estereoscópica passiva (Zelle & Figura, 2004), mais especificamente, através de óculos anaglifo (Boulos & Robinson, 2009; Seabra & Santos, 2005; Zelle & Figura, 2004).

## 2.3 Procedimentos

Antes de se iniciar a recolha de dados, os 12 participantes foram informados acerca dos propósitos do protocolo de estimulação experimental, solicitando-se o seu consentimento para a recolha de dados nas habituais condições de voluntariedade, anonimato e confidencialidade (ver exemplo em Anexo 1). Posteriormente, foram posicionados no scanner de RMf onde visualizaram os cenários de indução emocional, num desenho experimental simples: 3 *condições emocionais* (Agradável, Neutra Desagradável) x 2 *modos de visualização* (2D e 3D), intra-sujeitos. Recorreu-se, deste modo, a um protocolo de estimulação em blocos para as três *condições emocionais* em função do *modo de visualização*: um bloco para os cenários em 2D, administrados em sequência (sem que o participante tivesse os óculos anaglifo) e outro para os cenários

em 3D, também administrados em sequência (com os óculos), ambos com três ciclos de repouso e três ciclos de activação (um para cada *condição emocional*). A valência dos cenários em cada bloco (*i.e.*, a *condição emocional*) e o *modo de visualização* foram contrabalanceados entre participantes para controlar os efeitos de ordem.

Inicialmente, os participantes observavam um ponto de fixação (cruz branca em fundo negro) durante 8 s (linha basal - no sentido de permitir a estabilização do sinal *BOLD*). Posteriormente, seguiram-se 40 s para ciclos de repouso + 40 s para ciclos de activação, sempre precedidos de 4 s de ponto de fixação (que foram ignorados na análise). Durante a recolha de dados, a cabeça dos participantes foi posicionada numa bobina estandardizada de radiofrequência (equipada com um espelho) com fita e um apoio almofadado para inibir ao máximo o seu movimento. Para além disso, os sujeitos, foram instruídos a manter os olhos abertos durante toda a sessão e prestar atenção à imagem projectada.

## 2.4 Aquisição de Dados de RMf

No sentido de medir o sinal *BOLD*, recolheram-se imagens funcionais através da técnica de gradiente EPI com sequências ponderadas em  $T_2^{20}$  ( $TE^{21} = 50$  ms, ângulo *flip*  $90^\circ$ ;  $Tr^{22} = 4$  s) (Ogawa, Lee, Nayak, & Glynn, 1990). O *Campo de Visão* (FOV) tinha uma dimensão de  $240 \times 240$  mm<sup>2</sup> e matriz  $64 \times 64$ , originando uma resolução efectiva de  $3.75$  mm  $\times$   $3.75$  mm  $\times$   $3$  mm (*Thk*). Foram adquiridos 60 volumes, cada um com 36 cortes de orientação axial paralelamente alinhados ao plano das comissuras anterior-posterior. Cada corte tinha a espessura de 3 mm com um *gap* de 25%. Para referência anatómica, foi efectuado, em cada participante, um *scan MPRAGE* de alta resolução ponderado em  $T_1^{23}$  de acordo com os seguintes parâmetros:  $TR = 2$  s  $TE = 3.69$  ms, matriz =  $256 \times 256$ , FOV =  $240 \times 240$  mm<sup>2</sup>, espessura de corte = 1 mm, o que resultou numa resolução efectiva de  $0.9$  mm  $\times$   $0.9$  mm  $\times$   $0.9$  mm (*Thk*).

---

<sup>20</sup>  $T_2$  – Tempo de Relaxação Transversal.

<sup>21</sup>  $TE$  – Tempo de Eco.

<sup>22</sup>  $Tr$  – Tempo de Repetição.

<sup>23</sup>  $T_1$  – Tempo de Relaxação Longitudinal.

### 2.5 Tratamento e Análise de Dados

O pré-processamento dos dados foi efectuado através do software *Statistical Parametric Mapping* - SPM8 (Wellcome Trust Centre for Neuroimaging, UCL, Londres, Reino Unido) no *MATLAB 2008A* (The MathWorks Inc., Natick, EUA). Os scans funcionais foram realinhados de modo a corrigir os artefactos extrínsecos resultantes da movimentação da cabeça durante o exame. Após o co-registo dos scans funcionais e anatómicos, os dados foram normalizados para o modelo estandardizado do cérebro MNI (*Montreal Neurological Institute*, Montreal, Canadá), utilizando a função de segmentação do SPM. Os elementos funcionais foram suavizados com um *Kernel Gaussiano* isotrópico de 8 mm x 8 mm. Procedeu-se ainda a uma análise dos efeitos fixos baseada no Modelo Linear Geral (GLM - *General Linear Model*) do SPM8. Os parâmetros de movimento foram utilizados como regressores sem interesse na análise. A análise por *Regiões de Interesse* (ROI - *Regions of Interest*) focalizou-se nos dois complexos amigdalinos. Refira-se que esta foi concebida com base no *Atlas Harvard-Oxford* das estruturas corticais e subcorticais (*Harvard Center for Morphometric Analysis*, Boston, USA). Os resultados foram rectificados para comparações múltiplas através da *Correcção Family-Wise Error* (FWE). Foi considerado significativo um valor  $p$  de .05. Para além disso, os resultados cerebrais foram calculados para todos os contrastes.

## 3. Resultados

A análise das ROI revelou uma activação significativamente superior do complexo amigdalino direito para estímulos neutros visualizados em 3D ( $p = .016$ , FWE-corrigido), comparativamente com os seus equivalentes em 2D (ver Quadro 3. e Figura 21.).

Quadro 3.

Análise das ROI na condição emocional Neutra em função do Modo de Visualização (ROI - Neutro 3D > 2D).

cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$k_E$	$p_{\text{uncorr}}$	$p_{\text{FWE-corr}}$	$q_{\text{FDR-corr}}$	$T$	$(Z_{\text{max}})$	$p_{\text{uncorr}}$			
0.016	0.083	41	0.083	0.049	0.417	3.56	3.55	0.000	20	-2	-26
				0.059	0.417	3.50	3.49	0.000	28	2	-22
				0.063	0.417	3.48	3.47	0.000	26	8	-22

table shows 16 local maxima more than 4.0mm apart

Height threshold:  $T = 3.10$ ,  $p = 0.001$  (0.173)  
Extent threshold:  $k = 8$  voxels,  $p = 0.433$  (0.079)  
Expected voxels per cluster,  $\langle k \rangle = 13.912$   
Expected number of clusters,  $\langle c \rangle = 0.08$   
FWEp: 3.554, FDRp: Inf, FWEc: 41, FDRc: Inf

Degrees of freedom = [1.0, 1128.0]  
FWHM = 9.9 9.8 9.8 mm mm mm; 4.9 4.9 4.9 {voxels}  
Volume: 10256 = 1282 voxels = 9.0 resels  
Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 118.14 voxels)

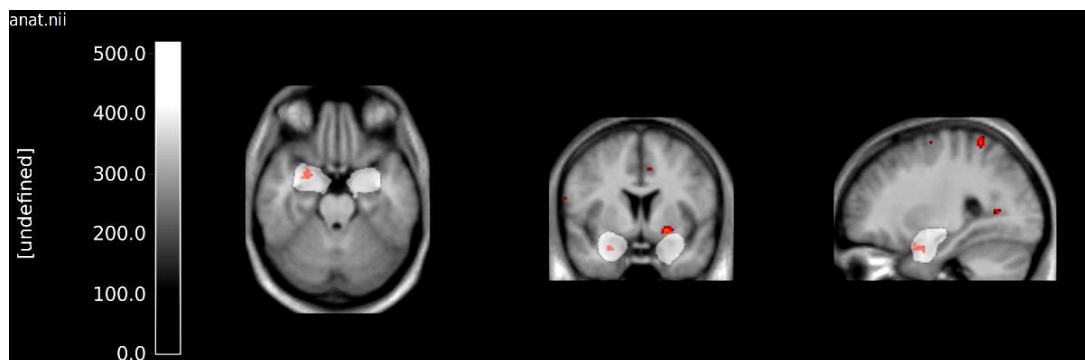


Figura 21. Comparação das ativações cerebrais nas ROI para a condição emocional Neutra em função do modo de visualização (ROI Neutro 3D > 2D;  $p = .016$  corrigido).

Para os estímulos desagradáveis (ver Quadro 4. e Figura 22.) verificou-se igualmente uma ativação significativamente superior ( $p = .062$ , FWE-corrigido) do complexo amigdalino direito para o contraste 3D > 2D.



Quadro 4.

Análise das ROI para a condição emocional Desagradável em função do Modo de Visualização (ROI - Desagradável 3D > 2D).

cluster-level				peak-level					mm mm mm		
$p_{FWE-corr}$	$q_{FDR-corr}$	$k_E$	$p_{uncorr}$	$p_{FWE-corr}$	$q_{FDR-corr}$	$T$	$(Z_{\alpha})$	$p_{uncorr}$			
0.062	0.591	12	0.334	0.082	0.530	3.39	3.38	0.000	26	-10	-10

table shows 16 local maxima more than 4.0mm apart

Height threshold: $T = 3.10$ , $p = 0.001$ (0.173)	Degrees of freedom = [1.0, 1128.0]
Extent threshold: $k = 8$ voxels, $p = 0.433$ (0.079)	FWHM = 9.9 9.8 9.8 mm mm mm; 4.9 4.9 4.9 {voxels}
Expected voxels per cluster, $\langle k \rangle = 13.912$	Volume: 10256 = 1282 voxels = 9.0 resels
Expected number of clusters, $\langle c \rangle = 0.08$	Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 118.14 voxels)
FWEp: 3.554, FDRp: Inf, FWEc: Inf, FDRc: Inf	

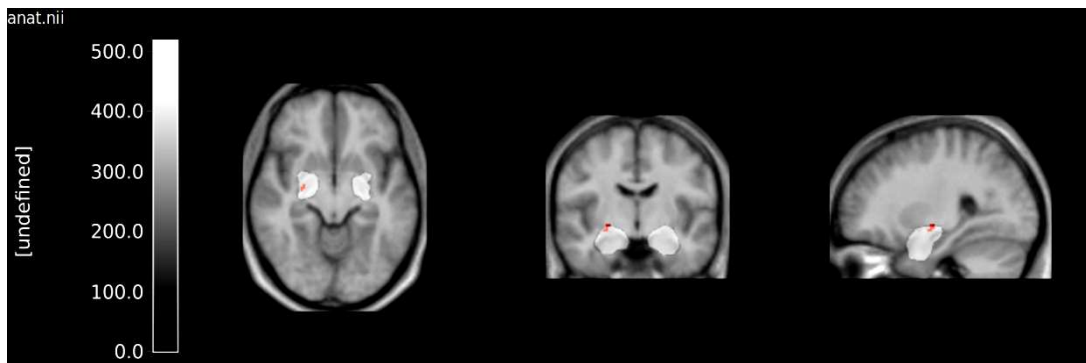


Figura 22. Comparação das activaões nas ROI para a condição emocional Desagradável em função do Modo de Visualização (ROI Desagradável 3D > 2D;  $p = .062$  corrigido).

Ao explorar as diferenças de activação ao nível global do cérebro (ver Quadros em Anexo 3.) encontrámos diferenças significativas no contraste 3D > 2D para os estímulos neutros no opérculo rolândico esquerdo (-40 mm, -6 mm, 12 mm) e no giro pós-central direito (62mm, 0mm, 14mm) ( $p = .012$ , FWE-corrigido e  $p = .049$ , FWE-corrigido, respectivamente). Para o contraste oposto (2D > 3D) não foram encontradas quaisquer activaões significativas.

#### **4. Conclusões e Discussão Sumária do Estudo**

Neste estudo, encontramos uma activação superior do complexo amigdalino direito para os cenários de indução afectiva 3D de valência desagradável e neutra, quando comparados com o seu homólogo em 2D. Apesar deste efeito não ter sido replicado no cenário agradável, tomados na sua globalidade os dados vão no sentido da literatura (Lee et al., 2005; Sergerie et al., 2008) que sustenta que os estímulos tridimensionais produzem maior activação do complexo amigdalino, bem como de outras estruturas. Do mesmo modo e feita a ressalva anterior, estão de acordo com os estudos científicos que aferiram a dominância do hemisfério direito no processamento de emoções negativas (e.g., Cacioppo, 2004; Davidson et al., 2000; Watanuki & Kim, 2005).

A não verificação do efeito para o cenário de valência agradável e activação superior no complexo amigdalino para o cenário neutro 3D pode traduzir a resposta dos participantes ao maior grau de realismo e nível de presença suscitado por este último, quando comparado com os cenários de valência agradável. Esta é uma questão que pode ser explorada em futuras investigações, introduzindo instrumentos que permitam aferir o grau de realismo de cada cenário, bem com as sensações de presença e imersão por si suscitadas.

Alargando a análise das ROI à globalidade do cérebro, o padrão de elevada activação cerebral para o cenário desagradável no contraste 3D > 2D foi igualmente registado no opérculo rolândico esquerdo e na circunvolução pós-central direita. Considerando a funcionalidade destas estruturas, nomeadamente o envolvimento do primeiro na codificação de elementos da linguagem e a importância somato-sensorial de ambos, sugere-se a análise destes dados em estudos posteriores mais específicos e com amostras maiores.

De um modo geral, e de acordo com estudos anteriores (Coelho et al., 2006; Freeman et al., 1999; Insko, 2003; Lévis, 2006; Lombard & Ditton, 1997; Slater, 2003), estes resultados contribuem para uma melhor compreensão da importância da tridimensionalidade nos ambientes virtuais, mais especificamente no processamento de

estímulos com diferentes valências. Pode ainda inferir-se que a tridimensionalidade parece acrescentar realismo aos estímulos, aumentando a sua capacidade para activar as regiões cerebrais reactivas a esse realismo.

Por fim, é importante referir que a utilização da RMf se provou de extrema utilidade para obter maior informação sobre o funcionamento cerebral perante estímulos emocionógenos. No entanto, mais do que em estudos que recorrem a outro tipo de técnicas fisiológicas e neurofisiológicas, torna-se pertinente avaliar o grau de presença e imersão sentido pelos participantes durante a recolha de dados (Hoffman et al., 2003), dado que aspectos como a imobilização e o ruído do aparelho de ressonância podem provocar efeitos distractores nos indivíduos e, assim, provocar resultados diferentes.

Sugere-se, ainda, o co-registo de EEG e da RMf, dado que tal método se constitui, actualmente, como um dos mais promissores na associação de uma boa discriminação temporal (EEG) com a localização detalhada das estruturas cerebrais envolvidas no processamento da informação (RMf).



## **Estudo Acessório 1: Efeito do Tamanho de Visualização na Indução Experimental da Emoção**

Silva, S.<sup>1</sup>; Monteiro, L.<sup>1</sup>; Barbosa, F.<sup>2</sup> & Silvério, J.<sup>3</sup> <sup>24</sup>

### **Resumo**

Suportados pela teoria de que diferentes propriedades de apresentação dos estímulos visuais alteram potencialmente a resposta emocional, e uma vez que este aspecto metodológico não tem sido convenientemente investigado, pretendemos manipular o tamanho da área de projecção, pois a maioria dos estudos manipula apenas o conteúdo do estímulo na indução de emoções.

*Objectivo.* O presente trabalho tem por objectivo verificar se a visualização de estímulos emocionógenos 3D projectados em áreas de maior tamanho induzem respostas emocionais de maior intensidade do que os mesmos estímulos apresentados numa área de projecção menor.

*Método.* Apresentámos a 30 participantes os cenários de indução emocional que constituem o CIA 3D em duas modalidades de visualização, grande (4m x 6 m) e pequena (0.66m x 1 m), enquanto medimos a CEP, o RC e os auto-relatos de valência e intensidade através do SAM.

*Resultados e Conclusão.* Os resultados globais desta investigação sugerem que as duas áreas de projecção investigadas têm efeito idêntico na indução de emoções.

---

<sup>24</sup> <sup>1</sup> Instituto Superior de Ciências da Saúde – Norte; <sup>2</sup> Laboratório de Neuropsicofisiologia da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto e <sup>3</sup> Escola de Psicologia da Universidade do Minho.

## **1. Introdução**

Existem boas razões para pressupor que a visualização de imagens em formato 3D induz respostas emocionais mais intensas do que aquelas que são projectadas em 2D. Apesar da escassa investigação científica sobre o assunto, está suficientemente demonstrada a acrescida sensação de presença e imersão associada à visualização dos estímulos em modo tridimensional. Contudo, esse efeito também pode ser dependente de outras propriedades dos estímulos e/ou dos modos de visualização. Este estudo teve como objectivo principal verificar se diferenças do tamanho de visualização ou, dito de outra forma, se a área de projecção de estímulos emocionógenos pode determinar diferenças na indução das emoções. A metodologia tradicional de investigação das emoções, até porque envolve a sua manipulação em contexto laboratorial, recorre à projecção de estímulos em painéis de pequena dimensão ou, simplesmente, à sua visualização no ecrã de um computador. Uma vez que, na linha de investigação que temos vindo a conduzir, estamos interessados em estudar o valor acrescido da tecnologia 3D para indução de emoções e dado que essa tecnologia envolve, geralmente, a projecção em telas ou dispositivos de grandes dimensões, pareceu-nos pertinente verificar se o tamanho de visualização interfere na intensidade das respostas emocionais induzidas.

Embora em número muito reduzido, alguns investigadores já têm utilizado as distintas propriedades dos estímulos para induzir emoções em contexto laboratorial, por exemplo, a distância de visualização (Lombard, 1995), a cor (Bradley et al., 2001; Detenber, Simons, & Reiss, 2000; Detenber & Winch, 2001; Rossignol, Philippot, Douilliez, Crommelinck, & Campanella, 2005;), o movimento (Detenber et al., 1998; Grimshaw, Bulman-Fleming, & Ngo, 2004) e, também, o tamanho (Detenber & Reeves, 1996; Larson, Ruffalo, Nietert, & Davidson, 2000; Reeves et al., 1999).

Alguns destes autores têm constatado que as propriedades formais dos estímulos visuais podem influenciar não só o processamento cognitivo, como também a resposta emocional evocada por eles (Detenber & Reeves, 1996; Simons et al., 1999).

Existem algumas evidências para a tese de que ecrãs maiores promovem a percepção de um maior realismo do conteúdo e facilitam a sensação de presença (Belton, 1992; Detenber & Reeves, 1996; Hatada, Sakata, & Kusaka, 1980; Kim, 1996; Lombard, 1995; Reeves, Detenber, & Steuer, 1993; Reeves, Lombard, & Melwani, 1992).

Em 1995, Lombard analisou a relação entre o tamanho e o prazer da experiência de visualização, concluindo que imagens maiores são consideradas mais agradáveis e mais prazerosas.

Outros investigadores têm examinado a influência do tamanho da área de projecção em outras dimensões das respostas dos indivíduos, inclusivé aquelas relacionadas com o grau de activação (*arousal*), a atenção e a memória (Lombard, Ditton, Grabe, & Reich, 1997). Nesse tipo de estudos sustenta-se a ideia de que os espectadores estão mais activados quando visualizam o conteúdo dos *media* num ecrã grande comparativamente com um ecrã pequeno. Detenber e Reeves (1996) concluíram que imagens em tamanho grande são mais activadoras.

Dois outros estudos usaram a CEP como medida de activação fisiológica e encontraram uma diferença significativa entre as condições *painel grande* e *painel pequeno*, com maior activação fisiológica associada à primeira condição (Grabe, Lombard, Reich, Campanella, & Ditton, 1999; Lombard et al., 1997). Na mesma linha, Reeves e seus colaboradores (1999) demonstraram que ecrãs grandes provocam uma desaceleração do RC e aumento da CEP comparativamente com ecrãs de tamanho médio e pequeno.

Uma vez que são poucos os autores que têm investigado empiricamente os efeitos do tamanho do ecrã e, ainda menos, os que têm avaliado o seu impacto nas respostas emocionais (Detenber & Reeves, 1996), torna-se útil ao estudo experimental da emoção verificar se a apresentação de estímulos em diferentes dimensões é um factor de alteração potencial da resposta emocional.

Pelo motivo acima explicitado, a presente investigação teve como objectivo testar a hipótese de acordo com a qual a visualização de estímulos emocionógenos 3D em tamanho maior induz respostas emocionais de intensidade superior

comparativamente com a visualização dos mesmos estímulos em tamanho mais pequeno.

## **2. Método**

### ***2.1. Amostra***

Participaram neste estudo 30 participantes saudáveis, todos do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 19 e os 58 anos ( $M = 24.73$ ;  $DP = 9.20$ ). Nenhum dos participantes apresentava défices sensoriais ou motores que pudessem interferir no desempenho da tarefa e, no caso daqueles que apresentavam défices de visão, estes encontravam-se compensados pela utilização de lentes de correcção.

Adicionalmente, administrou-se o MMSE (Folstein et al., 1975) de modo a despistar a existência de défices cognitivos ou alterações do estado mental geral que pudessem interferir com a realização das tarefas experimentais, sendo que todos os participantes pontuaram acima do ponto de corte.

### ***2.2 Materiais***

Para medir os auto-relatos de valência e intensidade desencadeados por cada estímulo, utilizaram-se as respectivas escalas pictográficas do SAM (Lang, 1980). A escala SAM para a valência consiste numa sequência de figuras humanas com expressões faciais variando desde uma aparência de desagrado a uma expressão de agrado. A escala SAM para a intensidade consiste numa sequência de figuras semelhante, mas representando níveis crescentes de activação fisiológica através de



nuvens e relâmpagos retratados no peito. A avaliação realiza-se assinalando uma das figuras em cada escala, o que permite ao participante mover-se numa escala de nove pontos por dimensão (Lang et al., 2005).

Para avaliar as alterações fisiológicas da emoção, medimos a CEP e o RC já que as alterações registadas nestas variáveis se constituem como índices empiricamente validados da componente neurofisiológica da reactividade emocional (Barbosa, 2003).

A aquisição dos dados fisiológicos foi assegurada por um polígrafo electrónico da marca *BIOPAC* (*Goleta*, USA), modelo MP100, equipado com um amplificador monocanal para registo da CEP, modelo GSR100C (corrente contínua e voltagem constante) e um amplificador de sinal fotopletismográfico, modelo PPG100C, para registo do RC. Utilizaram-se dois eléctrodos *Ag-Ag/Cl* reutilizáveis, não polarizáveis, modelo TSD203 para captação da CEP e um *transducer* fotoeléctrico, modelo TSD100, para captação do RC (pulso radial) via alterações da pressão sanguínea.

O polígrafo foi operado a partir de um computador com *Windows XP* (*Microsoft Corporation*), onde se encontrava instalado o *software* para registo e análise *Acqknowledge Versão 3.7.1*, também da marca *BIOPAC*. Na montagem dos eléctrodos foi aplicado um gel electrolítico hipo-saturado e isotónico, com a referência GEL 100. O polígrafo foi calibrado segundo os procedimentos recomendados pela marca.

Os estímulos visuais apresentados consistiram nos três cenários que compõem o CIA-3D (Monteiro et al., 2011) projectados através de um projector *Barco Galaxy 12 HB+* (*Barco Corporate Marketing*, Brussels, Belgium), possibilitando a visualização estereoscópica activa através de uns óculos de obturação de cristal líquido, *Shutter Glasses* (*NuVision*, Oregon, USA).

Os cenários foram apresentados com o *software Stereoscopic Player® Versão 1.6.6* (*Sensio Technologies Inc.*, Linz, Austria) e projectados na mesma tela, mas em áreas de projecção diferentes: uma de 4m x 6 m e outra de 0.66m x 1 m.

### **2.3. Procedimentos**

Neste estudo utilizou-se um desenho experimental 2 *Modos de Visualização* (grande, pequeno) x 3 *Condições Emocionais* (Agradável, Neutra, Desagradável), intra-sujeitos. O desenho básico implicou que cada participante visualizasse os três cenários virtuais de indução emocional em formato grande e pequeno, enquanto eram recolhidas as respostas fisiológicas. Após cada um dos seis estímulos, os participantes avaliaram a intensidade e valência da resposta emocional ao cenário que tinham acabado de visualizar.

A recolha de dados teve lugar no Teatro Virtual do Laboratório de Visualização e Percepção do Centro de Computação Gráfica, Investigação & Desenvolvimento Tecnológico, no Campus de Azúrem, da Universidade do Minho. Antes de começar a tarefa experimental, todos os participantes eram informados acerca dos objectivos da investigação, solicitando-se o seu consentimento para a recolha de dados nas habituais condições de voluntariedade, anonimato e confidencialidade (ver exemplo em Anexo 1.). Seguiu-se uma breve entrevista individual de controlo, que consistia numa entrevista semi-estruturada onde eram recolhidos alguns dados pessoais (idade, habilitações literárias, possíveis perturbações visuais) e realizada uma avaliação do estado mental geral através do MMSE (Folstein et al., 1975).

Concluída a entrevista, os participantes eram convidados a sentar-se numa cadeira confortável posicionada na primeira fila do Teatro Virtual, a 4 m da tela, na qual eram projectados os cenários virtuais.

Ainda antes de dar início à projecção, os participantes foram informados que iriam visualizar cenários 3D em tamanho grande e em tamanho pequeno e que seriam simultaneamente efectuados registos psicofisiológicos, razão pela qual deveriam evitar movimentos durante toda a experiência. Era-lhes ainda explicado que após visualizarem cada um dos cenários teriam de os classificar através do SAM (valência e intensidade), fornecendo a sua resposta oralmente (que seria registada pelo experimentador).

Uma vez fornecidas as instruções, era realizado um ensaio prático para certificar a boa compreensão da tarefa, após o que se procedia à colocação dos sensores para a captação das respostas psicofisiológicas e à colocação dos óculos de obturação.

Para a recolha da CEP, procedeu-se a uma montagem bipolar exossomática estandardizada – dois eléctrodos activos posicionados na face palmar das falanges médias da mão não-dominante, um no indicador e o segundo no dedo médio. Para a recolha do RC, foi aplicado um transducer pletismográfico fotoeléctrico na falange distal do dedo médio da mão dominante.

Após a realização dos procedimentos de montagem e calibragem iniciou-se o registo dos sinais fisiológicos em repouso, com um intervalo de tempo de 100 s, correspondente à linha basal. A experiência propriamente dita consistiu na apresentação das seis condições experimentais, correspondentes aos três cenários 3D, cada um deles projectado em formato grande e pequeno. Cada cenário foi apresentado durante 10 s, seguindo-se a instrução para a respectiva classificação através do SAM (projectada na tela por 5 s) e, finalmente, o período de classificação propriamente dito, com a duração de 10 s.

Quer a ordem de apresentação dos cenários, quer o tamanho da área de projecção foram controladas entre participantes através de contrabalanceamento. Toda a experiência demorou cerca de 15 m por cada participante.

## **2.4 Tratamento e Análise de Dados**

Além das pontuações das escalas de valência e intensidade do SAM, no caso dos índices psicofisiológicos optou-se por analisar a média da amplitude de pico da CEP ( $\mu S$ ) associada a cada cenário, visto essa ser uma das medidas mais discriminativas da activação da componente simpática do SN (Benedek & Kaernbach, 2010). Analisámos ainda as alterações de RC em BPM (Kreibig, 2010).

Para análise de dados recorreu-se ao *SIGMA PLOT Versão 12.1*. (Systat Software, Chicago, USA). As medidas dependentes obtidas (respostas de apreciação subjectiva e medidas fisiológicas periféricas) foram analisadas utilizando análises de variância (*Two Way ANOVA*) de medidas repetidas, reportando a um nível de significância de  $p \leq .05$ . Quando necessário, procedeu-se a comparações múltiplas através de análise *post-hoc* com o *Teste de Holm-Sidak*. Recorremos a este teste, pois

apresenta maior robustez que o *Tukey* ou o *Bonferroni* e tem sido recomendado como sendo o procedimento de primeira linha para testar comparações múltiplas.

### 3. Resultados

Considerando as pontuações da escala de Valência do SAM, foram encontrados efeitos significativos para o *Modo de Visualização* ( $F_{[1, 29]} = 4.34, p < .046$ ), para a *Condição Emocional* ( $F_{[2, 58]} = 87.67, p < .001$ ) e para a interação entre as variáveis referidas ( $F_{[2, 58]} = 10.88, p = .001$ ) (ver Figura 23.).

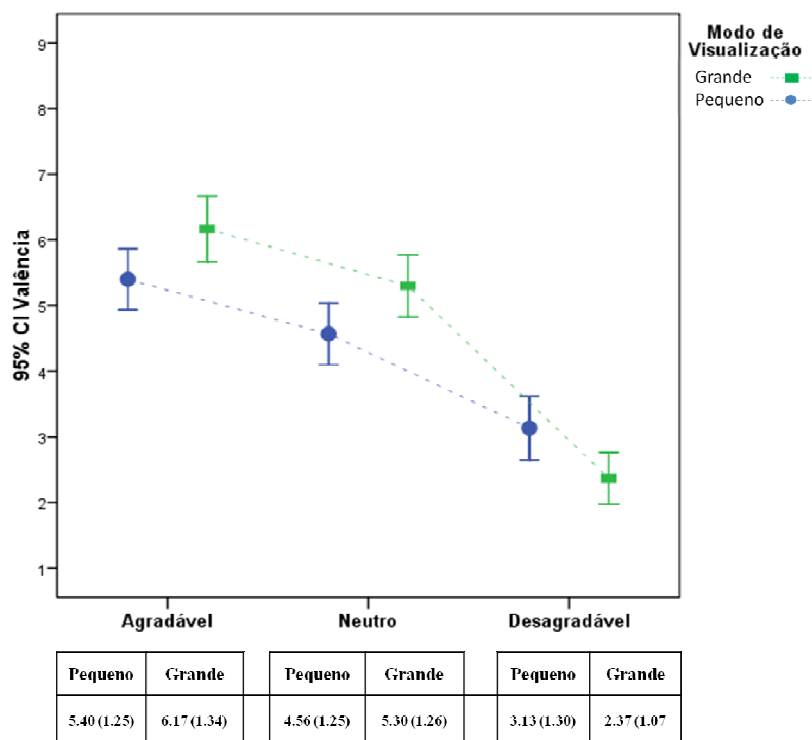


Figura 23. Médias e Desvios Padrão para as avaliações de Valência dos CIA 3D em função do modo de visualização, pequeno vs. grande.

A análise *post-hoc* com o *Teste Holm-Sidak*, evidenciou níveis de valência estatisticamente superiores no cenário agradável ( $t = 3.110$ ,  $p < .003$ ) e inferiores no cenário desagradável ( $t = 3.110$ ,  $p < .003$ ) projectados na área maior, quando comparados com a visualização em tamanho pequeno. O cenário neutro projectado em formato grande também recebeu pontuações de valência superiores às que obteve no formato pequeno ( $t = 2.975$ ,  $p < .004$ ).

Relativamente à Intensidade, encontramos um efeito principal para o *Modo de Visualização* ( $F_{[1, 29]} = 16.570$ ,  $p < .001$ ) e para a *Condição Emocional* ( $F_{[2, 58]} = 19.166$ ,  $p < .001$ ), mas não para a interação entre as duas variáveis ( $F_{[2, 58]} = 2.122$ ,  $p < .129$ ).

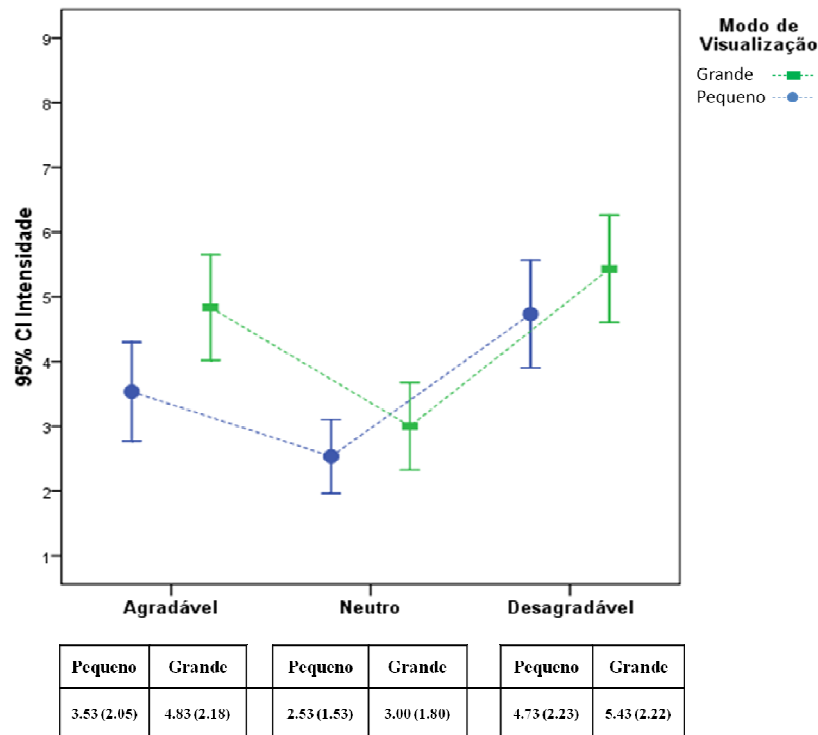


Figura 24. Médias e Desvios Padrão para as avaliações de Intensidade dos CIA 3D, em função do modo de visualização, pequeno vs. grande.

A análise *post-hoc* com o *Teste Holm-Sidak* revelou que os participantes reportaram níveis de intensidade estatisticamente superiores para os cenários agradável ( $t = 4.134$ ,  $p < .001$ ) e desagradável ( $t = 2.226$ ,  $p < .029$ ) no modo de visualização em

tamanho grande em comparação com o tamanho pequeno. Entre os cenários neutros, não foram encontradas diferenças significativas (ver Figura 24.).

Para as medidas fisiológicas não se encontrou qualquer efeito do *Modo de Visualização* ( $F_{[1. 29]} = 1.678$ ,  $p = .205$ ), da *Condição Emocional* ( $F_{[2. 58]} = 2.063$ ,  $p = .136$ ) ou da sua interacção ( $F_{[2. 58]} = .619$ ,  $p = .542$ ) na média da amplitude de pico da CEP (ver Quadro 5.).

Quadro 5.

*Médias e Desvios Padrão da Amplitude de Pico da CEP (em  $\mu S$ ) nas três condições emocionais (correspondentes aos três canários CIA 3D), em função do modo de visualização.*

Amplitude de Pico da CEP dos CIA 3D			
	Agradável <i>Média (DP)</i>	Neutro <i>Média (DP)</i>	Desagradável <i>Média (DP)</i>
Grande	2.06 (1.19)	2.16 (1.36)	1.90 (1.67)
Pequeno	2.17 (1.67)	1.85 (1.12)	1.68 (1.06)

De forma similar, não se encontrou qualquer efeito do *Modo de Visualização* ( $F_{[1. 29]} = .0366$ ,  $p = .850$ ), da *Condição Emocional* ( $F_{[2. 58]} = .0504$ ,  $p = .951$ ), nem da interacção entre as variáveis referidas ( $F_{[2. 58]} = .580$ ,  $p = .563$ ) no RC.

Quadro 6.

*Médias e Desvios Padrão do RC (em BPM) nas três condições emocionais (correspondentes aos três canários CIA 3D), em função do modo de visualização.*

RC dos CIA 3D			
	Agradável <i>Média (DP)</i>	Neutro <i>Média (DP)</i>	Desagradável <i>Média (DP)</i>
Grande	76.52 (13.44)	77.75 (14.79)	77.41 (13.87)
Pequeno	78.51 (17.74)	76.34 (16.50)	77.44 (15.05)

#### **4. Conclusões e Discussão Sumária do Estudo**

No que diz respeito às medidas de apreciação subjectiva, os resultados encontrados sugerem que cenários de tamanho maior induzem respostas emocionais de intensidade superior àquela que se obtém se os mesmos cenários foram visualizados em tamanho mais pequeno. De igual forma, quando comparados com estes últimos, os primeiros induzem respostas emocionais de valência mais agradável ou mais desagradável, de acordo com os seus conteúdos. Estes resultados estão plenamente de acordo com o esperado (e.g., Detenber & Reeves, 1996; Grabe et al., 1999; Lombard, 1995; Lombard et al., 1997), muito embora, surpreendentemente, a visualização do cenário neutro em tamanho maior se tenha associado a auto-relatos de valência mais agradável. Ainda assim, importa sublinhar que a diferença de valência não foi acompanhada por uma diferença na intensidade da resposta emocional auto-relatada, visto que as pontuações desta última escala foram equivalentes para os dois tamanhos de visualização do cenário neutro.

Relativamente às medidas fisiológicas periféricas, CEP e RC, os resultados obtidos não são consistentes com a revisão da literatura (e.g., Grabe et al., 1999; Lombard et al., 1997; Reeves et al., 1999). Esperava-se que os participantes manifestassem valores mais elevados de CEP e, eventualmente, uma desaceleração cardíaca mais pronunciada durante a exposição aos cenários agradável e neutro de tamanho grande, sinalizando uma resposta de orientação mais intensa para esses cenários, por contraposição a uma aceleração do RC na condição desagradável, traduzindo a resposta de defesa associada a estímulos desta natureza. Contrariamente ao esperado, verifica-se que o modo de visualização, grande e pequeno, dos cenários emocionógenos não desencadeia alterações fisiológicas distinguíveis entre si e, portanto, estes últimos dados não corroboram os resultados do auto-relato, embora também não se oponham a eles.

Em sùmula, na presente investigação analisou-se o efeito do tamanho de visualização de estímulos emocionógenos 3D na percepção da emoção induzida e no

padrão de respostas fisiológicas associadas. Este estudo surge, assim, da necessidade de acrescentar algum rigor à investigação ligada à emoção, que não se tem preocupado com o estudo das propriedades formais dos estímulos visuais como um aspecto metodológico relevante na indução de emoções.

Tal como algumas investigações anteriores sugerem (e.g., Detenber & Reeves, 1996; Lombard, 1995; Lombard et al., 1997), os indivíduos investigados apresentam, nas medidas subjectivas, níveis de intensidade emocional superiores para imagens de tamanho grande comparativamente às mesmas, apresentadas em tamanho pequeno (e.g., Detenber & Reeves, 1996; Lombard, 1995; Lombard et al., 1997;). No entanto, as medidas fisiológicas não acompanham os dados subjectivos, ao contrário das conclusões reportadas anteriormente (Lombard et al., 1997; Reeves et al., 1999). Posto isto, e tendo em consideração o objectivo específico da linha de investigação tomada, as conclusões a retirar devem ser cautelosas. Poderemos inferir que, apesar de não existir concordância entre índices fisiológicos e auto-relatos, o tamanho dos estímulos visualizados interfere na resposta emocional percebida aos mesmos. No entanto, sugere-se que se recorra à replicação deste estudo com uma amostra maior e a outras manipulações no sentido de melhor compreender a ausência de efeitos nos parâmetros fisiológicos da resposta emocional.

De facto, foram identificadas algumas limitações na nossa investigação. Por exemplo, a noção de “grande” e “pequeno” relativamente aos modos de visualização só pode ser definida em termos relativos. Por outras palavras, uma área de projecção dos cenários CIA 3D era maior do que outra, mas mesmo a de tamanho pequeno era maior do que o ecrã de computador vulgarmente utilizado para induzir experimentalmente emoções em contexto laboratorial. Estamos, portanto, a estudar duas áreas de projecção grandes, o que poderá ter levado à redução das diferenças nas medidas investigadas.

Uma outra explicação para a ausência de efeitos fisiológicos detectados tem que ver com a intensidade relatada para os cenários emocionógenos. De facto, mesmo os cenários emocionógenos (agradável e desagradável) foram pontuados com intensidades moderadas (observem-se os dados do SAM relativamente a esta dimensão). Sabe-se que quanto maior a intensidade emocionógena do estímulo, maior a activação fisiológica,



pelo que é plausível que os efeitos no RC e CEP careçam de estímulos com potencial para induzir respostas emocionais ainda mais intensas.

Apesar das limitações acima, tanto quanto é do nosso conhecimento, esta é a primeira investigação em que se manipula o tamanho de visualização utilizando estímulos 3D com o objectivo de estudar os efeitos desta manipulação no seu potencial emocionógeno e, dado que restam questões por esclarecer, cria oportunidades de trabalho futuro sobre o impacto do tamanho de visualização na indução de emoções.



## Estudo Acessório 2

### Manipulação da Animação em Ambientes de Realidade Virtual

Teixeira, J.<sup>1</sup>; Monteiro, L.<sup>1</sup>; Barbosa, F.<sup>2</sup> & Silvério, J.<sup>3,25</sup>

#### Resumo

Com base na noção de que diferentes propriedades de apresentação dos estímulos visuais alteram potencialmente a resposta emocional, e uma vez que no estudo experimental da emoção estas não têm sido consideradas como um aspecto metodológico relevante, pretendemos manipular a animação, pois a maioria dos estudos utiliza apenas imagens estáticas na indução de emoções.

*Objectivo.* A presente investigação tem como objectivo estudar se a presença de movimento em estímulos emocionógenos 3D, provoca respostas emocionais de maior intensidade, comparativamente com os seus equivalentes estáticos.

*Método.* Apresentámos a 30 sujeitos os cenários de indução afectiva em duas modalidades de visualização (estático vs. animado), enquanto se efectuavam registos simultâneos da condutância eléctrica da pele e do ritmo cardíaco e, no final de cada cenário, utilizou-se o SAM como instrumento de auto-relato das dimensões de valência e intensidade da resposta emocional induzida.

*Resultados e Conclusão.* Os resultados globais desta investigação sugerem que a estimulação por tecnologia 3D induz respostas emocionais de maior intensidade quando é animada comparativamente com os seus equivalentes estáticos.

---

<sup>25</sup> <sup>1</sup> Instituto Superior de Ciências da Saúde – Norte; <sup>2</sup> Laboratório de Neuropsicofisiologia da Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto e <sup>3</sup> Escola de Psicologia da Universidade do Minho.

## **1. Introdução**

O movimento é um dos atributos de apresentação formal dos estímulos que pode influenciar significativamente a atenção que lhes é dedicada e, naturalmente, a as respostas emocionais das pessoas ao seu conteúdo (Simons et al., 1999). Por isso, o estudo dos efeitos do movimento na resposta emocional é relevante, tanto mais que na maioria das investigações utilizam-se apenas imagens estáticas para desencadear respostas emocionais (Detenber & Reeves, 1996).

Dando conta da relevância acima enunciada, nos últimos anos, algumas investigações têm manipulado, em particular, a diferença entre imagens estáticas e com movimento nas respostas emocionais, utilizando extractos de filmes e programas de televisão. Foi encontrado um padrão idêntico de resultados para ambos os casos: o movimento aumenta a intensidade da resposta emocional auto-relatada, provoca respostas de maior CEP e bradicardia significativa sustentada (capta mais recursos atencionais), embora tenha pouco impacto na dimensão da valência do auto-relato (Detenber et al., 1998; Simons et al., 1999; Simons et al., 2000).

Recentemente, a equipa de Courtney (2010) constatou que estímulos com movimento, mesmo quando gerados por computador e visualizados a duas dimensões, são mais eficazes em induzir respostas emocionais do que imagens estáticas geradas por computador e imagens do IAPS. Esta equipa demonstrou, assim, a utilidade do factor movimento no estudo da emoção.

A presente investigação tem como objectivo verificar se a presença de movimento em estímulos emocionógenos 3D, provoca respostas emocionais de maior intensidade, comparativamente com os seus equivalentes estáticos. A hipótese a testar pode formular-se da seguinte forma: os cenários de indução afectiva 3D animados induzem respostas emocionais de intensidade superior à da sua visualização estática.

## 2. Método

### 2.1 Amostra

Participaram neste estudo 30 participantes saudáveis, todos do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 19 e os 58 anos ( $M = 24.73$ ;  $DP = 9.20$ ). Nenhum dos participantes apresentava défices sensoriais ou motores que pudessem interferir no desempenho da tarefa e, no caso daqueles que apresentavam défices de visão, tais défices encontravam-se compensados pela utilização de lentes de correcção.

Adicionalmente, administrou-se o MMSE (Folstein et al., 1975) de modo a despistar a existência de défices cognitivos ou alterações do estado mental geral que pudessem interferir com a realização das tarefas experimentais, sendo que todos os participantes pontuaram acima do ponto de corte.

### 2.2 Materiais

Para a indução das respostas emocionais utilizaram-se os cenários do sistema CIA 3D apresentados com o *software Stereoscopic Player® Versão 1.6.6* (Sensio Technologies Inc., Linz, Austria), instalado num computador com sistema *Windows 7* (Microsoft Corporation). Para a projecção utilizou-se um projector *Barco Galaxy 12 HB+* (Barco Corporate Marketing, Brussels, Belgium), que possibilita a visualização estereoscópica activa através de óculos de obturação de cristais líquidos, *Shutter Glasses* (NuVision, Oregon, USA) fornecidos aos participantes para a visualização dos cenários. A combinação de software e hardware utilizados permite uma excelente resolução para visualização estereoscópica.

As respostas dos participantes foram obtidas através de uma versão traduzida para português do SAM (Lang, 1980). Este instrumento permite registar as respostas para cada estímulo emocionógeno em duas dimensões emocionais relativamente

independentes: *valência* e *intensidade*. Cada uma destas dimensões é avaliada numa escala graduada de 9 níveis variando entre o extremo mínimo (1 = desagradável; relaxado), até ao extremo máximo (9 = agradável; excitado) (Lang et al., 1997).

Para a aquisição dos dados fisiológicos utilizou-se um polígrafo electrónico da marca *BIOPAC* (*Goleta*, USA) modelo MP100, equipado com um amplificador monocanal para registo da CEP, modelo *GSR100C* (corrente contínua e voltagem constante) e um amplificador de sinal fotopletismográfico, modelo PPG100C, para registo do RC. Utilizaram-se dois eléctrodos *Ag-Ag/Cl* reutilizáveis, não polarizáveis, modelo TSD203 para captação da CEP e um *transducer* fotoeléctrico, modelo TSD100, para captação do RC (pulso radial) via alterações da pressão sanguínea.

O polígrafo foi operado a partir de um computador, onde se encontra instalado o *software* para registo e análise de dados *Acqknowledge Versão 3.7.1*, também da marca *BIOPAC*. Na montagem dos eléctrodos foi aplicado um gel electrolítico hipo-saturado e isotónico, com a referência GEL 100.

### 2.3 Procedimentos

A recolha de dados decorreu em sessões individuais, sempre no Teatro Virtual do Laboratório de Visualização e Percepção do Centro de Computação Gráfica, Investigação & Desenvolvimento Tecnológico, situado no Campus de Azúrem, da Universidade do Minho.

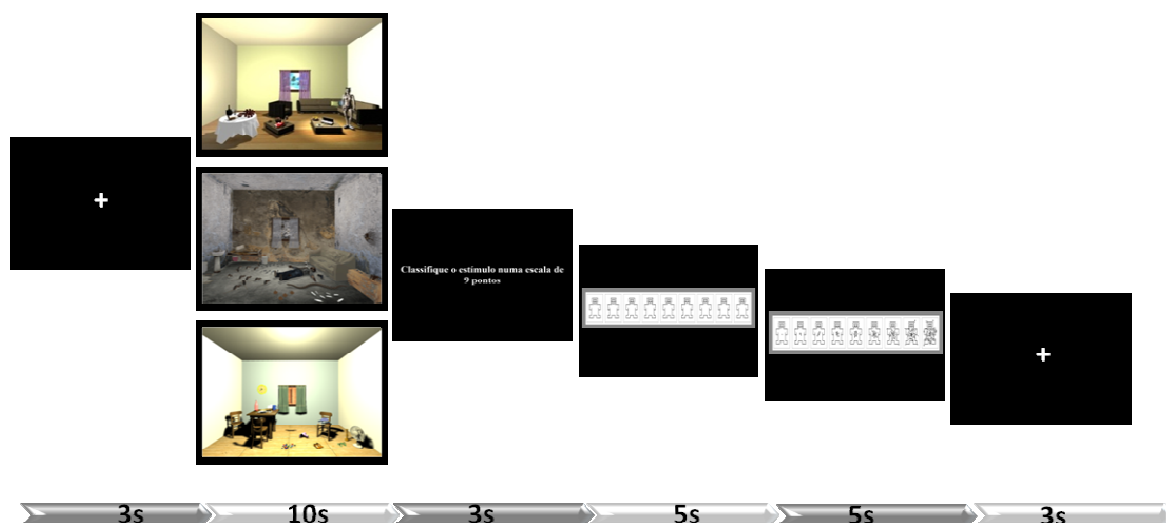
Após consentimento informado, os participantes foram convidados a sentar-se numa cadeira confortável, posicionada frontalmente na primeira fila do Teatro Virtual, a 4 m da tela (4m x 6 m) na qual eram projectados os cenários. Em seguida, procedemos a uma montagem padrão bipolar e exossomática para registo simultâneo da CEP e colocou-se o *transducer* para fotopletismografia na face palmar da falange distal do dedo indicador da mão não dominante. Instruíram-se os participantes a prestar atenção a cada cenário e a avaliá-lo através do SAM.

Os estímulos visuais apresentados consistiram nos cenários do CIA 3D (Monteiro et al., 2011), em duas modalidades de visualização (estática e animada). A modalidade de visualização animada de cada cenário continha apenas um objecto 3D com movimento. Mais especificamente, em modo animado, o cenário agradável continha uma mulher, o cenário neutro uma ventoinha e o cenário desagradável uma cobra.

O protocolo de estimulação foi organizado em seis ensaios por participante, correspondentes a cada uma das *Condições Emocionais* (Agradável, Neutro, Desagradável) apresentadas em 3D nos dois *Modos de Visualização* (Estático, Animado), com a seguinte organização: a um ponto de fixação (3 s) seguia-se a apresentação de cada cenário (10 s) em modo estático ou animado (paralaxe positiva); terminado o tempo de exposição do cenário, surgia a instrução para responder às escalas do SAM (3 s), imediatamente seguida da escala de valência ou de intensidade (5 s) e, depois, da escala restante (5 s). Concluído o ensaio, sucedia-se novo ponto de fixação (3 s) (ver Figura 25.).

A sequência dos ensaios foi aleatorizada entre participantes para controlar o efeito de ordem.

A resposta às escalas foi emitida oralmente, de modo a prevenir movimentos que pudessem introduzir artefactos motores no registo poligráfico.



**Figura 25.** Protocolo de estimulação com os cenários do CIA-3D, visualizados em duas modalidades de visualização (estático vs.. animado) em 3D através projecção estereoscópica activa (Monteiro et al., 2011).

A aquisição das medidas fisiológicas periféricas, nomeadamente da CEP e do RC, foi efectuada em registo simultâneo e contínuo (com uma taxa de 50 amostras/s), desde o princípio ao final do protocolo experimental, mas o início de cada ensaio (*i.e.* de cada cenário, apresentado no modo estático ou animado) foi devidamente assinalado no registo para posterior análise. O polígrafo foi calibrado segundo os procedimentos recomendados pela marca.

## 2.4 Tratamento e Análise de Dados

Para análise de dados recorreu-se ao *SIGMA PLOT- Versão 12.1.* (Systat Software, Chicago, USA).

Para estudar o efeito da *Condição Emocional* e do *Modo de Visualização* sobre as medidas dependentes obtidas (pontuações das escalas de *intensidade* e *valência*, *CEP* e *RC*) recorreu-se a uma análise de variância de medidas repetidas a dois factores (*Two Way ANOVA*) reportando a um nível de significância de  $p \leq .05$ . Quando necessário, procedeu-se a comparações múltiplas através de análise *post-hoc* com o *Teste de Holm-Sidak*. Recorremos a este teste, pois apresenta maior robustez que o *Tukey* ou o *Bonferroni* e tem sido recomendado como sendo o procedimento de primeira linha para testar comparações múltiplas.

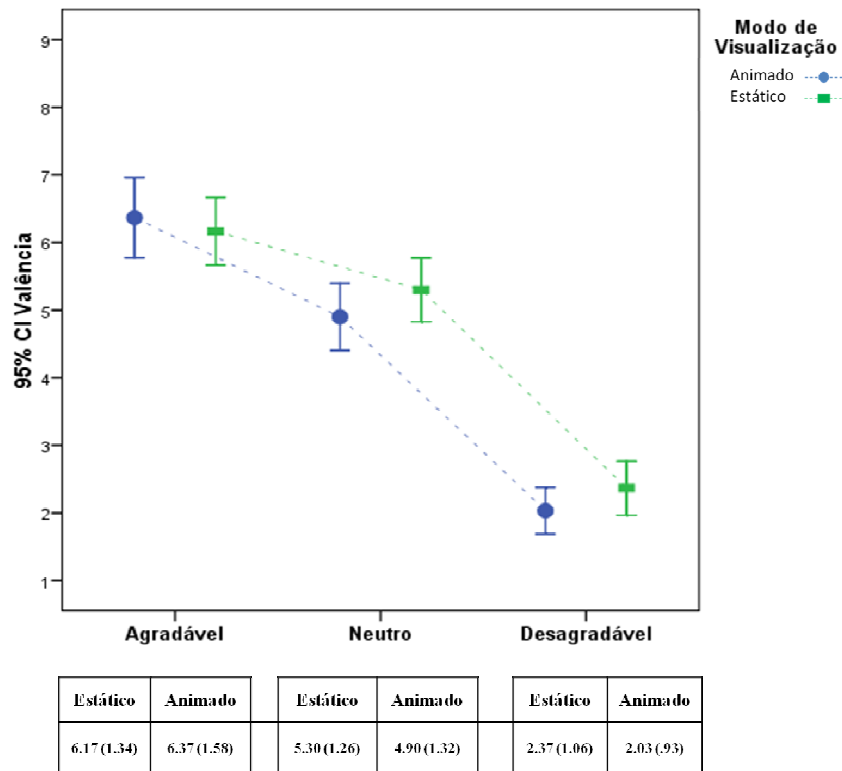
Em todos os casos foram verificados os pressupostos de homogeneidade de variâncias e de normalidade, através do *Teste de Shapiro-Wilk* ( $p = .661$ ).

## 3. Resultados

Considerando a *Valência* (ver Figura 26.), não foram encontrados efeitos significativos para o *Modo de Visualização* ( $F_{[1, 29]} = 2.392$ ,  $p < .133$ ), nem para a interacção entre *Modo de Visualização* e *Condição Emocional* ( $F_{[2, 58]} = 2.760$ ,  $p <$



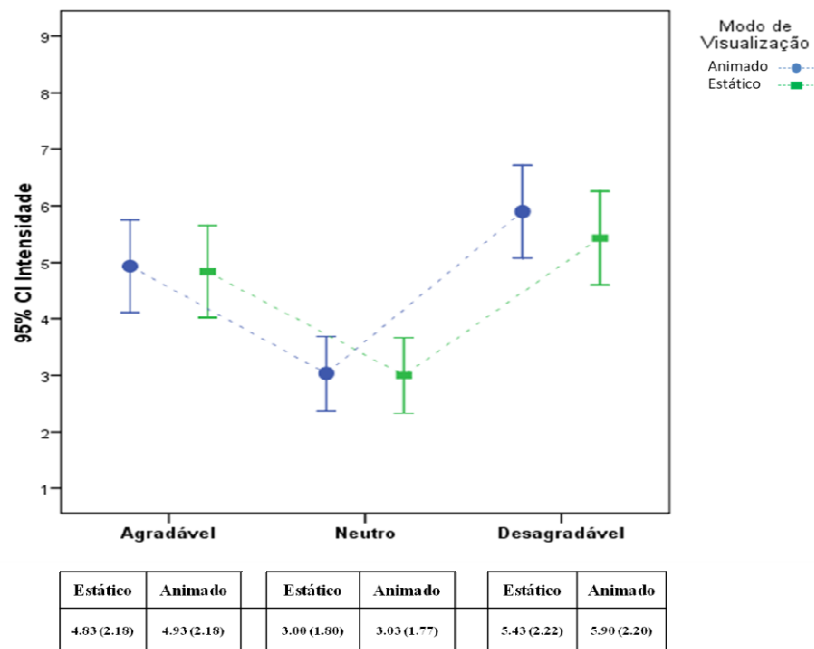
.072). Não obstante, encontrámos um efeito principal para a *Condição Emocional* ( $F_{[2, 58]} = 134.851, p < .001$ )



**Figura 26.** Médias e Desvios Padrão para as avaliações de Valência dos CIA 3D em função do modo de visualização, estático vs. animado.

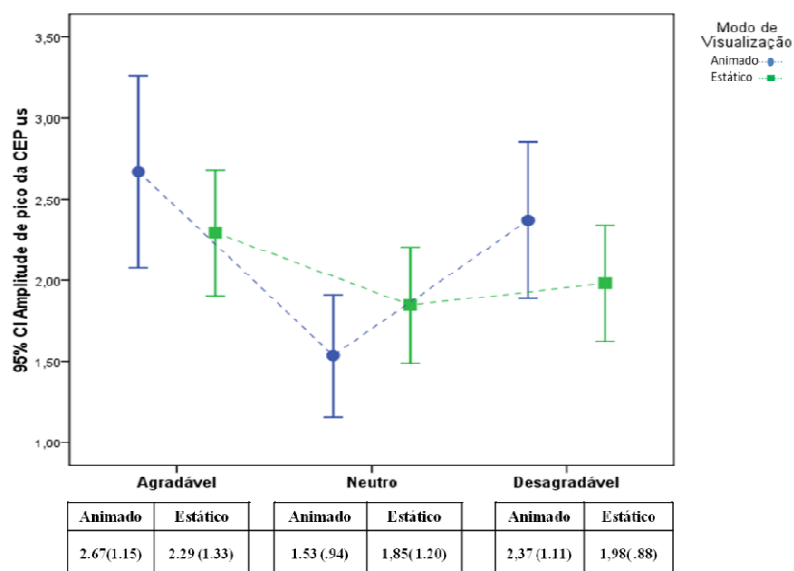
A análise *post-hoc* com o *Teste Holm-Sidak*, evidenciou níveis de valência estatisticamente inferiores no cenário neutro animado ( $t = 2.017, p < .047$ ), quando comparado com o seu equivalente no modo de visualização estático. Ainda em relação à valência, não foram encontradas diferenças para os cenários agradáveis e desagradáveis.

Em relação à Intensidade (ver Figura 27.), também não encontrámos um efeito principal para o *Modo de Visualização* ( $F_{[1, 29]} = .830, p < .370$ ), nem para a sua interacção com a *Condição Emocional* ( $F_{[2, 58]} = .700, p = .501$ ), mas encontrámos um efeito principal para esta última ( $F_{[2, 58]} = 21.386, p < .001$ ).



**Figura 27.** Médias e Desvios Padrão para as avaliações de Intensidade dos CIA 3D em função do modo de visualização, estático vs. animado.

Para além das medidas de apreciação subjectiva procedemos ao registo de medidas fisiológicas periféricas, nomeadamente a CEP (ver Figura 28.) e o RC (ver Quadro 7.).



**Figura 28.** Média das Amplitudes de Pico da CEP (corrigida ao Nível Tónico), resultantes da visualização dos CIA 3D nos dois modos de visualização, estático vs. animado.

A análise ANOVA a dois factores para medidas repetidas revelou que o *Modo de Visualização* não produziu um efeito principal significativo na média das amplitudes de pico da CEP ( $F_{[1.29]} = 2.162, p < .152$ ). No entanto, encontrámos um efeito principal para a *Condição Emocional* ( $F_{[2.58]} = 13.073, p < .001$ ). Do mesmo modo, verificámos um efeito da interacção entre as variáveis *Modo de Visualização* e *Condição Emocional* ( $F_{[2.58]} = 7.907, p < .001$ ).

Através do *Teste Holm-Sidak* para comparações múltiplas, constatámos que a média da amplitude de pico da CEP de cada uma das condições emocionais em função do modo de visualização foi superior para o cenário agradável animado ( $t = 2.426; p < .017$ ), para o cenário neutro animado ( $t = 2.007; p < .048$ ) e para o cenário desagradável animado ( $t = 2.501; p < .014$ ) comparativamente com os seus equivalentes estáticos.

Finalmente, analisámos o RC através dos BPM para as variáveis manipuladas (ver Quadro 7.).

Quadro 7.

*Médias e Desvios Padrão do RC (BPM) para os cenários de indução afectiva nos dois modos de visualização.*

	BPM dos CIA 3D		
	Agradável <i>Média (DP)</i>	Neutro <i>Média (DP)</i>	Desagradável <i>Média (DP)</i>
Estático	76.52 (13.43)	77.75 (14.79)	77.41 (13.87)
Animado	77.75 (14.52)	77.17 (12.94)	77.67 (15.43)

Não se encontraram evidências de efeitos principais do *Modo de Visualização* ( $F_{[1.29]} = .159, p = .693$ ), nem da *Condição Emocional* ( $F_{[2.58]} = .122, p = .886$ ) no RC. Também não se encontrou qualquer efeito para a interacção entre as variáveis referidas ( $F_{[2.58]} = .489, p = .616$ ).

#### **4. Discussão e Conclusões Sumárias do estudo**

A investigação desenvolvida no âmbito da emoção não se tem focado no estudo das propriedades formais dos estímulos visuais. Deste modo, o principal objectivo do nosso estudo prendeu-se com a avaliação da eficácia de cenários animados na indução da emoção.

Relativamente às medidas de apreciação subjectiva, os resultados encontrados configuram-se de acordo com o padrão global esperado, mas sem confirmação estatística. Mais concretamente, não se obtiveram diferenças significativas entre a intensidade das respostas emocionais induzidas por cenários animados e estáticos, apesar de nos primeiros os participantes terem reportado valores superiores de intensidade em todas as condições emocionais, tendência que se previa a partir da literatura (e.g., Detenber et al., 1998; Simons et al., 2000; Simons et al., 1999). Da mesma forma, nos cenários animados os participantes reportaram respostas emocionais mais agradáveis e mais desagradáveis, de acordo com os seus conteúdos, mas as diferenças não foram suficientes para adquirir significado estatístico.

No que concerne aos resultados decorrentes das medidas fisiológicas periféricas o padrão de configuração dos resultados mantém-se consistente com a revisão da literatura (e.g., Detenber et al., 1998; Simons et al., 2000; Simons et al., 1999), sem que tal padrão adquira significado estatístico. Os participantes evidenciam níveis mais elevados de CEP durante a exposição a cenários com movimento, mas só se obteve a confirmação do efeito para a condição emocional e para a interacção desta com o modo de visualização, tal como se esperava.

Neste caso, análises entre modos de visualização para cada uma das condições emocionais revelam que os cenários animados provocam amplitudes de pico da CEP significativamente mais elevadas em todas as condições emocionais.

Relativamente ao RC, os dois modos de visualização, estático e animado, não apresentam diferenças entre si, ao contrário do que se encontra na literatura (Detenber et al., 1998; Simons et al., 2000; Simons et al., 1999).

Em suma, os resultados globais sugerem que a utilização de cenários animados tende a induzir respostas emocionais mais intensas e mais agradáveis ou desagradáveis do que os estáticos, mas esta tendência carece de confirmação estatística na maior parte das medidas consideradas na avaliação da resposta emocional. Atendendo a que os resultados variam na direcção esperada e indicada pela literatura, é legítimo pensar que um maior número de participantes poderá conduzir-nos à confirmação estatística dos efeitos.

Deveremos, ainda, considerar outras limitações desta investigação. Note-se que os cenários emocionógenos foram classificados com intensidades moderadas (em torno dos cinco/seis pontos em nove possíveis no SAM) e, como se sabe, quanto maior é a intensidade do estímulo, maior é a activação fisiológica. Um outro factor que poderá ter contribuído, em maior ou menor medida, para a indiferenciação dos efeitos emocionógenos entre as versões animada e estática relaciona-se com o facto de cada cenário conter apenas um dos objectos animado. A presença de movimento de um objecto isolado recruta atenção, isto é, implica que o participante focalize a sua atenção no mesmo, o que impede de explorar os restantes objectos emocionógenos do cenário.

Adicionalmente, é necessário referir que os cenários emocionógenos utilizados apresentam *paralaxe positiva*. É possível que a apresentação de cenários com *paralaxe negativa* aumente a intensidade da resposta emocional, especialmente na presença de movimento, uma vez que nesse tipo de paralaxe os objectos parecem movimentar-se na direcção do espectador, enquanto a paralaxe positiva favorece a percepção de afastamento.

Desta forma, uma via de investigação a prosseguir pode consistir na selecção de objectos de maior potencial emocionógeno e na introdução de movimento num maior número de objectos ou de uma sequência coerente de animação em paralaxe negativa.

Tanto quanto sabemos, apesar das limitações atrás expostas, esta é a primeira investigação em que se manipula a animação utilizando estímulos 3D com o propósito de avaliar o efeito de tal manipulação nas respostas emocionais. No nosso entender, os resultados encontrados, não obstante as suas insuficiências confirmatórias em várias condições, são metodologicamente úteis e abrem pistas para investigação futura.



### **III**

#### **Discussão Geral e Conclusões Finais**







## **Discussão Geral e Conclusões Finais**

Para analisar o que nos podem revelar os resultados, retomemos os problemas a que se pretendeu responder com a realização deste trabalho.

Como referimos na introdução, a investigação realizada no âmbito da psicologia e, em particular, da neuropsicofisiologia das emoções tem recorrido sistematicamente ao mesmo método de indução das emoções, nomeadamente através da exposição dos participantes a slides de imagens de conteúdo potencialmente emocionógeno. No entanto, este método não providencia esquemas satisfatórios para a compreensão deste fenómeno complexo, designadamente pela distância que existe entre as situações reais que produzem respostas emocionais e a indução dessas respostas “por slide”, em contexto laboratorial.

Neste sentido, colocar os participantes em ambientes laboratoriais menos artificiais, ou seja, mais aproximados da realidade e que lhes permitam uma maior sensação de presença na mesma, pareceu-nos um propósito metodológico importante, capaz de conduzir a investigação científica a conclusões mais sólidas e generalizáveis.

Consequentemente, a nossa proposta implicou o desenvolvimento e validação de novos estímulos para a indução de emoções por tecnologia 3D, utilizáveis em paradigmas similares aos convencionais, ou em novos paradigmas metodológicos (concretamente, organizados em cenários de realidade virtual). Recorrendo a esta nova tecnologia procurámos potenciar a sensação de imersão e presença decorrentes da estimulação em ambientes virtuais, ultrapassando a simples visualização de imagens de conteúdo afectivo que favorece o papel passivo do indivíduo. Tal como explanámos oportunamente, estes são aspectos que podem conduzir ao aumento da intensidade da resposta emocional dos participantes, aproximando-a mais das contingências da vida real.

No decurso do racional teórico-conceptual que orientou o nosso trabalho explicámos que tivemos como objectivo demonstrar a possibilidade de se utilizar a tecnologia necessária para administração de estímulos experimentais em ambientes de

RV sem prejuízo da qualidade dos dados que permitem medir as respostas emocionais induzidas, nomeadamente daqueles cuja natureza é electrofisiológica. Para isso precisávamos de estímulos com características compatíveis com a tecnologia de RV, pois os existentes e utilizados com frequência nos métodos convencionais de indução visual de emoções não são compatíveis com a tridimensionalidade.

Para responder a estes problemas foi necessário seleccionar um conjunto de objectos 3D, semelhantes em termos de conteúdo aos que são comumente utilizados para o estudo experimental da emoção, por exemplo, similares aos do IAPS. Após pesquisa exaustiva, encontrámos 131 objectos na base de dados *3D Models on TurboSquid* que cumpriam o critério, submetemo-los a um estudo de normalização e validação com uma amostra de 214 participantes saudáveis e criámos a BDIA 3D.

Consequentemente, além de recolher dados normativos, queríamos saber se os estímulos seleccionados para a BDIA 3D apresentavam um padrão de distribuição no espaço afectivo bidimensional semelhante ao do IAPS (H1), porquanto esse é um método de validação (por critério externo) das respostas emocionais induzidas pelo nosso material-estímulo e da forma como se estruturam.

Para responder a este problema, utilizaram-se métodos de regressão para analisar o ajuste da distribuição obtida com os estímulos que constituem a BDIA 3D no espaço bidimensional valência \* intensidade ao modelo polinomial quadrático proposto por Lang e colaboradores (2005) para caracterizar a distribuição dos estímulos do IAPS, bem como testar o ajuste entre as distribuições dos estímulos das duas bases de dados.

Apesar da simples inspecção visual da distribuição dos estímulos da BDIA sugerir uma forma quadrática semelhante à distribuição obtida nos trabalhos de normalização dos estímulos do IAPS (Lang et al., 2005), o ajuste entre ambas as distribuições revelou uma diferença significativa ao nível das curvas. No entanto, o modelo que melhor se ajusta à distribuição dos estímulos da BDIA 3D é, efectivamente, o polinomial quadrático, confirmando a hipótese inicial e, aliás, o grau de ajuste é ainda melhor do que aquele que se obtém para os estímulos do IAPS. Uma análise mais discriminada às razões da diferença, através da comparação dos valores  $\beta$ , revelou que é essencialmente no vértice das curvas de distribuição onde se encontram as maiores

diferenças. Isto pode ser explicado pelo facto da grande maioria dos estímulos neutros da BDIA 3D induzirem respostas de reduzida intensidade (menor até do que no caso do IAPS), como se desejaria e tal como proposto no modelo bio-informacional das emoções (Lang et al., 2005). Além disso, a diferença das curvas de distribuição pode resultar do diferente número de estímulos de cada distribuição. De facto, o IAPS inclui 957 estímulos, muitos dos quais cotados de forma incoerente (e.g., com intensidade moderada, apesar de se situarem na zona de neutralidade na escala de valência) enquanto a BDIA 3D apresenta apenas 131, seleccionados criteriosamente tomando como referência os melhores do IAPS.

Com efeito, à semelhança do IAPS, a distribuição dos estímulos da BDIA, revela que os estímulos de valência mais extrema induzem respostas emocionais agradáveis e desagradáveis mais intensas, em conformidade com os seus conteúdos. Pelo contrário, os estímulos de valência intermédia (neutros) são aqueles que reportam menor intensidade, como se esperava, sendo que esta associação é ainda melhor no caso da BDIA 3D.

Neste sentido, os estímulos da BDIA 3D aqui apresentados revelam não só uma boa validade facial, como apresentam uma estrutura interna adequada e indiciam uma boa validade concorrente com aqueles que decorrem da metodologia tradicional de indução das emoções (e.g., Lang, 1995; Lang et al., 2005), dado o elevado grau de ajuste das respostas emocionais induzidas ao modelo preditor da sua distribuição no espaço bidimensional.

Deste modo, a representação das respostas aos estímulos da BDIA 3D serve os nossos propósitos, porquanto permite-nos afirmar que a distribuição das mesmas é ainda melhor do que a que se obtém com os estímulos IAPS e, sobretudo, avançar para as fases subsequentes da investigação.

Para tal, teríamos de demonstrar que determinados conjuntos de estímulos, seleccionados a partir da BDIA 3D em função dos valores de valência \* intensidade previamente obtidos e uma vez organizados em cenários de realidade virtual (CIA 3D), poderiam induzir respostas de categoria emocional estatisticamente diferenciável, nomeadamente agradável, neutra e desagradável.

Para o efeito testámos a nossa segunda hipótese, que postulava que os CIA 3D desenvolvidos no âmbito dos nossos trabalhos são discriminativos em termos da valência (agradável, desagradável, neutra) e intensidade (alta, baixa) das respostas emocionais induzidas.

Os resultados obtidos com os cenários do CIA 3D estão de acordo com a predição feita a partir da literatura (e.g. Lang et al., 2005) e permitiram demonstrar que ambos os cenários contendo os estímulos da BDIA 3D, cujos valores de valência se situavam nos pólos mais extremos, induziram respostas emocionais agradáveis e desagradáveis mais intensas, de acordo com os seus conteúdos. Como se esperava, a segunda hipótese foi confirmada, sendo que o cenário agradável obteve a pontuação mais elevada de valência, o cenário neutro obteve uma pontuação intermédia e o cenário desagradável obteve a pontuação de valência mais reduzida. Já para a intensidade obtiveram-se resultados baixos no caso do cenário neutro e moderados no caso dos cenários agradável e desagradável. Na realidade, as pontuações que obtivámos para os objectos-estímulo antes de os organizar em cenários levava-nos a crer que teríamos pontuações de intensidade mais elevadas para os cenários agradável e desagradável. Talvez a sua integração em cenários de realidade virtual tenha feito com que perdessem alguma da pregnância que possuíam quando observados isoladamente. De facto, o pequeno tamanho que resulta da sua integração nos ambientes e o diferente posicionamento de alguns desses objectos não os torna tão relevantes como quando foram apresentados isoladamente. Este efeito poderá ser metodologicamente contrariado, por exemplo, introduzindo animação nos objectos e, no caso dos cenários 3D, projectando-os em *paralaxe negativa*. De toda a maneira, este efeito afectou igualmente os cenários 2D e 3D.

Feita a ressalva acima, os testes estatísticos permitiram-nos concluir que os cenários 3D investigados induzem respostas de intensidade significativamente superior nas categorias emocionais agradável e desagradável, comparativamente com o cenário neutro. De modo similar, provou-se que a valência das respostas emocionais induzidas é significativamente diferente entre os cenários postos em teste, variando no sentido esperado.

Ficaram, desta forma, garantidos os propósitos iniciais que davam conta da validação e normalização de estímulos para induzir emoções em plataformas de visualização 3D e confirmada a principal hipótese deste primeiro estudo, que anunciava que os três cenários do CIA 3D seriam significativamente discriminativos em termos de valência e intensidade das respostas emocionais induzidas.

Consequentemente, e depois de criadas as bases de normalização e validação dos CIA 3D, estávamos interessados em dar resposta a outra das nossas principais hipóteses operativas, segundo a qual a estimulação por tecnologia 3D permite a indução de respostas emocionais de maior intensidade do que a tecnologia tradicional 2D com estímulos de conteúdo equivalente ou, ainda melhor, com os mesmos estímulos, observados em cada um dos formatos.

Os resultados encontrados permitiram confirmar a hipótese e demonstraram, na generalidade, que a indução das emoções por estímulos apresentados por tecnologia 3D provoca auto-relatos de maior *loading* emocional comparativamente aos seus equivalentes na tecnologia tradicional 2D. Na verdade, os resultados decorrentes das medidas de apreciação subjectiva, sugerem que a indução da emoção em cenários 3D produz vivências emocionais agradáveis e desagradáveis mais intensas, conforme os seus conteúdos, bem como níveis superiores de intensidade quando comparados aos seus homólogos em 2D. Além disso, tal como era esperado, o padrão de resultados comportamentais decorrente da indução de emoções por tecnologia 3D é consistente com o que resulta da metodologia tradicional (e.g., Lang et al., 2005).

No entanto, quando se analisaram os resultados decorrentes das medidas fisiológicas periféricas, verificámos que apesar da indução emocional por tecnologia 3D provocar respostas electrodérmicas mais elevadas em todas as condições emocionais, apenas existiram diferenças significativas no cenário Neutro. Este efeito pode ser interpretado recorrendo à argumentação que quando se trata de informação emocional relevante, ambos os modos de visualização produzem idêntica indução emocional, notando-se apenas uma tendência para a estimulação por tecnologia 3D desencadear respostas emocionais mais intensas do que a estimulação 2D. Neste sentido, relembre-se que quando se fala de processar informação emocional é necessário que se efectue uma

avaliação do seu significado, mas este processo não é necessariamente consciente (LeDoux, 2000). Pelo contrário, em situações de risco eminente importa que tal processamento seja efectuado num registo rápido e o menos intelectualizado possível. (Lang et al., 2000; Shiromani et al., 2009).

De acordo com LeDoux (2000), a representação perceptiva de um objecto e a avaliação do significado emocional dependem de processamentos relativamente independentes. Concretamente, a diferente velocidade de processamento dos dois circuitos de processamento faz com que a avaliação do significado emocional de determinado estímulo seja iniciada muito antes do encerramento dos processos de representação perceptiva. Assim, o significado emocional de um estímulo pode começar a ser avaliado pelo cérebro antes que os sistemas perceptivos tenham processado completamente o estímulo e, conseqüentemente, o simples esboço de informação primitiva e rudimentar pode desencadear um conjunto de respostas fisiológicas que visam a preparação para a acção (Lang, 1995).

Portanto, e apesar da indução das emoções por tecnologia 3D estar associada a respostas ligeiramente mais intensas, o facto dessa diferença não encontrar confirmação estatística tanto pode decorrer da insuficiência da amostra ou outros aspectos metodológicos (já se falou da *paralaxe* e do potencial moderadamente emocionógeno dos estímulos), como pode revelar que talvez o cérebro não precise dos detalhes sofisticados da tridimensionalidade para responder à informação emocional.

Julgamos, ainda, pertinente reflectir acerca de outros aspectos metodológicos da psicofisiologia, mais concretamente relacionados com as medidas utilizados na quantificação das respostas fisiológicas periféricas. Neste trabalho, optámos pela análise das amplitudes de pico das respostas electrodérmicas fásicas, em detrimento da média das amplitudes de resposta, pois a primeira é muito mais discriminativa da activação simpática (Benedek & Kaernbach, 2010). Na verdade, a média das amplitudes foi a medida inicialmente escolhida para proceder a análise dos resultados electrodérmicos. No entanto, ela não revelou suficiente capacidade para discriminar as variáveis manipuladas, problema que apenas se ultrapassou quando se optou pela análise das amplitudes de pico.

Além da análise das respostas electrodérmicas, considerámos ainda as alterações do ritmo cardíaco, mas esta medida também se revelou pouco discriminativa. Tal como acontecera com os auto-relatos, apesar dos resultados sugerirem um aumento tendencial do ritmo cardíaco nas condições emocionais 3D, as diferenças não foram suficientes para obter significado estatístico. Também neste caso, o aumento da amostra pode ser suficiente para que as variáveis manipuladas exerçam efeitos nas alterações do ritmo cardíaco, mas uma outra explicação plausível para a falta de robustez dos efeitos tem que ver, novamente, com a moderada intensidade dos cenários 3D agradáveis e desagradáveis (obtivemos pontuações médias de cinco/seis pontos numa escala de nove). A ser assim, reforça-se a ideia da fraca capacidade discriminativa das medidas cardiovasculares em estímulos emocionais de fraca ou moderada intensidade (Lang et al., 2000) pois, como se sabe, quanto maior for a intensidade do estímulo, maior será a activação fisiológica.

Outro aspecto que merece a nossa atenção prende-se com o facto dos resultados decorrentes das respostas de apreciação subjectiva e decorrentes da análise das medidas fisiológicas periféricas não traduzirem os mesmos processos. Com efeito, os primeiros derivam fundamentalmente da avaliação cognitiva dos Cenários de Indução Afectiva, sendo que a visualização 3D é frequentemente avaliada como sendo mais apazível do que a visualização 2D. Já os resultados decorrentes das medidas fisiológicas periféricas utilizadas, traduzem a activação do organismo decorrente da visualização dos estímulos e, portanto, representam uma medida mais fidedigna (e.g., Castellar, 1996), não necessariamente consistente com os auto-relatos.

A principal inferência decorrente do teste à terceira hipótese passa pela possibilidade da informação emocional relevante ser transmissível em ambos os modos de visualização. De qualquer das formas, os resultados decorrentes da indução das emoções por tecnologia 3D são consistentes com os que resultam da indução pelos métodos tradicionais (e.g., Lang, 1995), notando-se uma tendência para os primeiros induzirem respostas emocionais de intensidade mais elevada, tendência essa a confirmar em estudos futuros.

Outro problema a responder prendia-se com a necessidade de testar a possibilidade de conciliar os meios tecnológicos envolvidos na realidade virtual e no registo de dados neurofisiológicos. Como foi explicado no enquadramento epistemo-conceptual, a electroencefalografia é particularmente sensível a interferências internas ou externas ao organismo. Desse modo, o estudo da compatibilidade das tecnologias de realidade virtual com a aquisição do sinal electroencefálico tornou-se necessário e formulou-se como outro dos objectivos primordiais deste trabalho.

Estamos agora em condições de afirmar que a utilização do equipamento indutor de emoções via ambientes de realidade virtual possibilita o registo da actividade electroencefálica livre de artefactos, sendo que as potenciais interferências no sinal não impedem a obtenção de potenciais cerebrais relacionados com eventos com a morfologia esperada, evidenciando os componentes-tipo do paradigma administrado e, consequentemente, com a qualidade que se exige para a investigação. Confirma-se, assim, que a tecnologia da realidade virtual pode ser utilizada na investigação neurofisiológica das emoções. Desta forma os protocolos de estimulação com vista à obtenção de PRE podem ser metodologicamente transferidos para esses ambientes, sem colocar em causa as condições metodológicas e o rigor dos contextos laboratoriais controlados.

Uma vez que os mecanismos de resposta automática a estímulos emocionógenos envolvem a focalização selectiva da atenção nesse tipo de estímulos, restava ainda saber se a indução de emoções por tecnologia 3D capta mais recursos atencionais do que a indução de emoções pela tecnologia 2D, indiciando um maior desvio do processamento neurocognitivo para estímulos apresentados em 3D.

Para responder a esta questão, considerámos o modelo da limitação dos recursos atencionais e procurámos testar a interferência de cenários de indução afectiva 2D e 3D no desempenho de uma tarefa primária de detecção de estímulos-alvo. Neste sentido, registámos o sinal de EEG dos participantes enquanto efectuavam uma tarefa auditiva bola-rara (tarefa primária) durante a visualização de cenários agradáveis, neutros e desagradáveis (tarefa secundária), administrados em 2D e em 3D. A resposta cerebral aos tons raros foi analisada através da amplitude do componente P3, dada a sua eficácia



comprovada como índice da modulação atencional em paradigmas de dupla-tarefa (e.g., Isreal et al., 1980).

Ao contrário do que se previa, o tempo de reacção dos participantes aos sons-alvo não foi superior quando se apresentaram os cenários de indução afectiva na modalidade de visualização 3D. Seria, de facto plausível admitir que a observação de cenários 3D constitui uma tarefa com maior exigência cognitiva, recrutando mais recursos atencionais, prejudicando o tempo de reacção aos estímulos auditivos alvo. Esse mesmo efeito deveria ser acentuado pela previsão de que os cenários 3D possuem maior potencial emocionógeno, desviando mais a atenção da tarefa primária e, por conseguinte, atrasando a resposta do participante nessa tarefa. Talvez algumas das explicações que se avançaram atrás também se apliquem neste caso e poderíamos, eventualmente, conseguir o efeito esperado com uma projecção dos cenários 3D em *paralaxe negativa*, com a introdução de dinamismo nos ambientes ou com a combinação destas estratégias que, previsivelmente, teriam como efeito suplementar o aumento do potencial emocionógeno dos cenários.

Estas parecem-nos previsões muito consistentes, pelo que a falta de interferência da tridimensionalidade nos tempos de reacção aos estímulos da tarefa primária requer replicação e manipulações adicionais, desejavelmente com uma amostra de maior dimensão. Os resultados dos potenciais cerebrais vêm reforçar essa suspeita, dado confirmarem que quando o participante atende a ambas as tarefas de forma simultânea, observa-se o prejuízo da tarefa principal, mas apenas quando manipulamos a tarefa secundária (visualização dos Cenários de Indução Afectiva na modalidade 3D).

Na verdade, a diminuição da amplitude do P3 enquanto os participantes efectuavam uma tarefa de detecção de estímulos-alvo durante a visualização dos Cenários de Indução Afectiva em 3D indicia o desvio da atenção para a tarefa secundária, em linha com as conclusões de pesquisas anteriores sobre a relevância da tarefa secundária na modulação do P3 (Almeida et al., 2011; Duncan-Johnson & Donchin, 1977; Kemner et al., 1996).

Para além disso, os nossos resultados demonstraram que os cenários 3D, independentemente da valência emocional correspondente, alocaram mais recursos

atencionais que os cenários 2D, o que se constatou pela grande redução da amplitude do P3, bem como pela maior latência dos seus picos, durante a projecção dos cenários em 3D.

Tal como se explanou, este efeito de alocação de atenção também pode explicar-se pelo facto dos estímulos tridimensionais serem cognitivamente mais exigentes do que os estímulos bidimensionais. Tem sido sugerido que a integração da informação 3D ocorre a um nível posterior de processamento, pelo aumento da actividade neuronal igualmente envolvida na percepção de objectos 2D correspondentes, nomeadamente no córtice parietal direito (Severac-Cauquil et al., 2006), onde o sulco intra-parietal caudal parece desempenhar um papel crucial (Taira et al., 2001; Tsutsui et al., 2005).

No entanto, independentemente da exigência cognitiva, o facto da indução emocional 3D tornar os estímulos emocionógenos mais salientes e recrutar mais recursos atencionais, prejudicando o desempenho na tarefa primária, é uma explicação aplicável a estes resultados. Esta interpretação é consistente com os estudos que demonstram que a tecnologia de RV produz uma maior sensação de imersão e de presença (e.g., Baumgartner et al., 2006), e vai de encontro a conclusões experimentais anteriores que estabelecem que a relevância motivacional do estímulo emocionógeno conduz a uma alocação atencional automática a esse mesmo estímulo (e.g., Calvo & Lang, 2004; Bradley et al., 2001; Nummenmaa et al., 2006).

Em suma, o terceiro estudo conduzido no quadro dos nossos trabalhos permitiu destacar o potencial da utilização da estimulação tridimensional no estudo experimental da indução das emoções. Tanto quanto conhecemos, este foi o primeiro estudo que procurou analisar em que medida a estimulação emocionógena 2D e 3D afecta a alocação de atenção, através da análise de potenciais electroencefálicos, num paradigma de tarefa dupla. Podemos concluir que, independentemente do seu conteúdo emocionógeno, os cenários 3D investigados revelam-se mais salientes e alocam mais recursos atencionais do que os seus correspondentes em 2D. Estes resultados valorizam a efectividade da estimulação tridimensional no recrutamento de recursos atencionais e, possivelmente, na indução de emoções em contexto experimental laboratorial. Embora não se tenha encontrado um efeito estatisticamente significativo da valência emocional

nos parâmetros do P3, parece reforçar a suspeita de que os valores de intensidade entre o cenário neutro, por um lado, e os cenários agradável e desagradável, por outro, não são suficientemente grandes para fazer surgir o efeito. O desenvolvimento de outros cenários de indução afectiva 3D, com níveis variados de valência e activação, poderiam auxiliar a testar esta possibilidade, bem como certificar as possíveis contribuições das propriedades dimensionais de estímulos 3D.

Assim, investigações futuras podem focalizar-se no desenvolvimento e testagem de estímulos 3D, tendo como principal objectivo a criação de uma base de dados emocionógenos tridimensionais de alta intensidade, que sustenha um maior potencial na indução de emoções comparativamente às imagens bidimensionais já existentes. Por outro lado, recomenda-se o aumento da amostra para verificar o padrão de resultados ou, então, a utilização de técnicas de estudo complementares, que forneçam informações mais específicas sobre a activação cerebral decorrente da estimulação emocionógena 2D e 3D.

A concluir os nossos trabalhos, faltava saber se as respostas emocionais induzidas pelos cenários tridimensionais e bidimensionais se manifestavam em padrões diferentes de activação cerebral, designadamente em áreas relacionadas com o processamento das emoções, o que seria possível através de neuroimagem funcional.

Realizámos, assim, um último estudo, no qual se pretendeu comparar a diferença entre a activação cerebral decorrente da visualização dos cenários de indução afectiva 2D e 3D. Nesse estudo, encontrámos uma activação superior do complexo amigdalino direito para o cenário de indução afectiva 3D de valência desagradável, quando comparado com o seu homólogo em 2D, revelando que os estímulos tridimensionais produzem maior activação nessa estrutura cerebral cujo papel é crítico no processamento da informação emocional e, designadamente, na codificação do medo. Do mesmo modo, permitem sustentar estudos científicos que aferiram a dominância do hemisfério direito no processamento de emoções negativas (e.g., Cacioppo, Tassinary, & Berntson, 2007; Davidson et al., 1990; Watanuki & Kim 2005), muito embora não tenhamos encontrado qualquer efeito de simetria para os cenários de valência agradável.

De forma análoga, registámos uma activação superior no complexo amigdalino para o cenário neutro 3D, o que pode sinalizar uma maior sensação de presença e imersão suscitada por este último, quando comparado com os cenários de valência agradável. Esta é uma hipótese explicativa a ser explorada em futuras investigações. De um modo geral, estes resultados contribuem para uma melhor compreensão dos efeitos da tridimensionalidade dos ambientes virtuais, mais especificamente no processamento de estímulos com diferentes valências. Por fim, pode dizer-se que a tridimensionalidade, ao acrescentar realismo aos estímulos desagradáveis, parece aumentar a sua capacidade para activar uma das regiões cerebrais mais importantes no seu processamento. Contudo, uma das limitações inerentes a este estudo prende-se com o facto de se ter utilizado a projecção estereoscópica passiva por anaglifo, devido às especificidades e compatibilidades tecnológica da RMf. Como referimos no enquadramento teórico-conceptual, a projecção estereoscópica passiva por anaglifo é consideravelmente mais fraca do que a estereoscopia activa utilizada nos restantes estudos.

Além de quatro estudos principais, realizaram-se dois estudos acessórios. Quanto ao seu contributo, convém referir que a investigação desenvolvida no âmbito da emoção não tem focalizado as propriedades formais dos estímulos visuais, tais como a sua dimensão ou dinamismo, pelo que se entendeu incluí-los nesta investigação.

No que respeita à dimensão, devemos lembrar que os motivos da realização desse estudo prenderam-se com a necessidade de verificar se a visualização de estímulos emocionógenos 3D projectados em áreas de maior tamanho induziam respostas emocionais de maior intensidade em comparação com os mesmos estímulos apresentados numa área de projecção menor.

No que diz respeito às medidas de apreciação subjectiva, os resultados encontrados sugerem que cenários de tamanho superior induzem respostas emocionais de intensidade mais elevada àquela que se obtém se os mesmos cenários foram visualizados em tamanho mais pequeno. De igual forma, quando comparados com estes últimos, os primeiros induzem respostas emocionais de valência mais agradável ou mais desagradável, de acordo com os seus conteúdos. Estes resultados estão plenamente de acordo com o esperado (e.g., Detenber & Reeves, 1996; Grabe et al., 1999; Lombard,

1995; Lombard et al., 1997) muito embora, e de modo surpreendente, a visualização do cenário neutro em tamanho maior se tenha associado a auto-relatos de valência mais agradável. Ainda assim, importa sublinhar que a diferença de valência não foi acompanhada por uma diferença na intensidade da resposta emocional auto-relatada, visto que as pontuações desta última escala foram equivalentes para os dois tamanhos de visualização do cenário neutro.

Relativamente às medidas fisiológicas periféricas, os resultados obtidos não são consistentes com a revisão da literatura (e.g., Grabe et al., 1999; Lombard et al., 1997; Reeves et al., 1999). Esperava-se que os participantes manifestassem uma resposta electrodérmica mais intensa e, eventualmente, uma desaceleração cardíaca mais pronunciada durante a exposição aos cenários agradável e neutro de tamanho grande, sinalizando uma resposta de orientação mais forte para esses cenários, por contraposição a uma aceleração do ritmo cardíaco na condição desagradável, traduzindo a resposta de defesa associada a estímulos desta natureza. Contrariamente ao esperado, verificou-se que o modo de visualização, grande e pequeno, dos cenários emocionógenos não desencadeou alterações fisiológicas distinguíveis entre si e, portanto, estes últimos dados não corroboraram os resultados dos auto-relatos, embora também não se opusessem a eles.

Considerando o estudo acessório relativo à animação, tentou-se verificar se a presença de movimento em estímulos emocionógenos 3D provoca respostas emocionais de maior intensidade, comparativamente com os seus equivalentes estáticos. Os resultados decorrentes das medidas de apreciação subjectiva configuraram-se de acordo com o padrão global esperado, mas sem confirmação estatística. Mais concretamente, não se obtiveram diferenças significativas entre a intensidade das respostas emocionais induzidas por cenários animados e estáticos, apesar de nos primeiros os participantes terem reportado valores superiores de intensidade em todas as condições emocionais, tendência que se previa a partir da literatura (e.g., Detenber et al., 1998; Simons et al., 2000; Simons et al., 1999). Do mesmo modo, nos cenários animados os participantes reportaram respostas emocionais mais agradáveis e mais desagradáveis, de acordo com os seus conteúdos, mas as diferenças não foram suficientes para adquirir significado

estatístico. A interpretação mais plausível prende-se com o facto de cada cenário emocionógeno conter apenas um objecto animado. A presença de movimento de um só objecto recruta atenção para ele próprio, isto é, implica que o participante foque a sua atenção no objecto animado, explorando-o, impedindo-o de explorar o restante cenário. Foi por esta razão que, nos estudos principais, optámos por apresentar os Cenários de Indução Afetiva 3D na modalidade estática.

No que concerne aos resultados decorrentes das medidas fisiológicas periféricas o padrão de configuração dos resultados mantém-se consistente com a revisão da literatura (e.g., Detenber et al., 1998; Simons et al., 2000; Simons et al., 1999), sem que tal padrão adquira significado estatístico. Os participantes evidenciam níveis mais elevados de actividade electrodérmica durante a exposição a cenários com movimento, mas só se obteve a confirmação do efeito para a condição emocional e para a interacção desta com o modo de visualização, tal como esperado. Neste caso, análises entre modos de visualização para cada uma das condições emocionais revelam que os cenários animados provocam amplitudes de pico da resposta electrodérmica significativamente mais elevadas em todas as condições emocionais. Estes resultados são extremamente encorajadores para a investigação futura, pois sugerem o potencial aumento da intensidade da resposta emocional em cenários animados.

Relativamente ao ritmo cardíaco, os dois modos de visualização, estático e animado, não apresentam diferenças entre si, ao contrário do que se encontra na literatura (Detenber et al., 1998; Simons et al., 2000; Simons et al., 1999). Apresentamos a mesma explicação dos estudos anteriores: a moderada intensidade dos Cenários de Indução Afetiva 3D (pontuações médias de cinco/seis pontos numa escala de nove) e a noção da fraca capacidade discriminativa desta medida em estímulos emocionais de moderada intensidade (Lang et al., 2000).

Em suma, os resultados globais sugerem que a utilização de cenários animados tendem a induzir respostas emocionais mais intensas e mais agradáveis ou desagradáveis do que os estáticos, mas esta tendência carece de confirmação estatística na maior parte das medidas consideradas na avaliação da resposta emocional. Atendendo a que os resultados variam na direcção esperada e indicada pela literatura, é

legítimo pensar que um maior número de participantes poderá conduzir-nos à confirmação estatística dos efeitos.

Adicionalmente, é oportuno lembrar que os cenários emocionógenos utilizados apresentam *paralaxe positiva*. É possível que a apresentação de cenários com *paralaxe negativa* aumente a intensidade da resposta emocional, especialmente na presença de movimento, uma vez que nesse tipo de *paralaxe* os objectos parecem movimentar-se na direcção do espectador, enquanto a *paralaxe positiva* favorece a percepção de afastamento. Ora, os cenários de indução afectiva também poderiam ser interactivos, dado que a interacção é uma das características-chave que distinguem um ensaio em realidade virtual da experiência de ver um filme ou uma simples fotografia (Coelho et al., 2005; Wiederhold & Rizzo, 2005). Contudo, a interacção também acarreta fortes desvantagens, nomeadamente na investigação neuropsicofisiológica da emoção, dado que o movimento do participante fomenta o número de artefactos e prejudica definitivamente a qualidade dos sinais fisiológicos captados. Desta forma, uma via de investigação a prosseguir com vista a conseguir um maior potencial emocionógeno nos cenários 3D consiste em introduzir movimento num maior número de objectos, ou introduzir uma sequência coerente de animação, sempre em *paralaxe negativa*.

Tanto quanto sabemos, apesar das limitações atrás expostas, esta é a primeira investigação em que se manipula a tridimensionalidade dos estímulos e a sua integração em ambientes de realidade virtual com o propósito de avaliar a sua aplicabilidade ao estudo das respostas emocionais nas suas várias vertentes, bem como o efeito de tal manipulação nas respostas emocionais propriamente ditas. Do nosso ponto de vista, os resultados encontrados, não obstante as suas insuficiências confirmatórias em várias condições, fornecem outras tantas respostas que são metodologicamente úteis e abrem pistas para investigação futura.

De salientar ainda, em jeito de autocrítica, que nos faltou avaliar a sensação de presença e imersão decorrente da visualização dos cenários 3D, embora não seja crível que essa sensação não ocorra de forma mais pronunciada nos ambientes tridimensionais. Adicionalmente, embora os nossos propósitos não o exigissem, também se poderia ter tentado categorizar as emoções primárias induzidas por cada um

dos nossos cenários, indo além da simples valência agradável ou desagradável. No entanto, estes aspectos já deram origem a dois pequenos projectos de investigação. O primeiro pretende avaliar o grau de presença decorrente da visualização dos cenários constituintes dos Cenários de Indução Afectiva 3D, comparativamente com os seus equivalentes em 2D, através do *Presence Questionnaire Item Stems - Version 2.0* (Slater, 2003). O segundo pretende apurar as emoções primárias que são induzidas em cada cenário, bem como a sua intensidade. Para o efeito, recorreremos à *Escala de Emoções EEPO* (Queirós, 1997), onde cada emoção primária é classificada numa escala de seis pontos que representam a intensidade da vivência emocional (0 = ausência, 5 = vivência emocional intensa).

Em conclusão, o recurso à tecnologia da realidade virtual parece ser possível, uma vez que os estímulos assim administrados induzem respostas emocionais de estrutura equiparável à que se obtém com os métodos convencionais e essas respostas são diferenciáveis em termos de valência e intensidade. Além disso, a tecnologia envolvida na administração deste novo tipo de estímulos não interfere com a qualidade da medição experimental das respostas emocionais, incluindo na sua vertente neurofisiológica. Estão, portanto, demonstradas as condições básicas para se introduzir a realidade virtual na investigação laboratorial das emoções, possibilitando o aumento da sensação de imersão e presença decorrentes da estimulação através desses ambientes virtuais. Tal estratégia pode conduzir ao aumento da intensidade da resposta emocional, aproximando-a mais das contingências da vida real, tal como é sustentado por vários autores (Courtney et al., 2010; Freeman & Avons, 2000; Salamin et al., 2010; Slater et al., 2009; Wiederhold & Rizzo, 2005, entre outros).

Por fim, esperamos ter contribuído para que em trabalhos futuros em que se exija a indução de emoções, se utilizem cenários de indução afectiva tridimensionais, aproximando as respostas dos participantes daquelas que eles teriam em contexto real e, concomitantemente, o valor ecológico da investigação produzida, sendo previsível que a apresentação desses cenários em *paralaxe negativa*, contendo objectos com movimento direccionado (e.g., uma cobra a “sair” da tela em direcção ao participante) potenciem ainda mais o potencial emocionógeno da estimulação.



## Referências Bibliográficas

- Adolphs, R. (1999). The human amygdala and emotion. *The Neuroscientist*, 5, 125-137.
- Allen, D., Blaylock, W. & Mieczkowski, S. (2009). Local Implementation of the Crisis Model: The Buckinghamshire Community Acute Service. *Psychiatric Bulletin*, 33, 252-254.
- Almeida, P. R., Vieira, J. B., Ferreira-Santos, F., Chaves, P., Barbosa, F. & Marques-Teixeira, J. (2011). Exploring the dynamics of P300 amplitude in schizophrenia. *International Journal of Psychophysiology*.
- American Psychological Association (Ed.). (2002). *Manual de Diagnóstico e Estatística das Perturbações Mentais (DSM-IV-TR)*. Lisboa: Climepsi.
- Arangüena, L. (2001). *Psicofisiología*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Arangüena, L. & Dorado, J. (2000). *Psicofisiologia: Fundamentos Metodológicos*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Azizian, A. & Polich, J. (2007). Evidence for attentional gradient in the serial position memory curve from ERPs. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19, 2071–2081.
- Back, E., Jordan, T. R. & Thomas, S. M. (2008). The recognition of mental states from dynamic and static facial expressions. *Visual Cognition*, 1-16.
- Baert, A. L., Sartor, K. & Youker, J. E. (2000). *Functional MRI*. Germany Springer.
- Bakdash, J. Z., Augustyn, J. S. & Proffitt, D. R. (2006). Large Displays Enhance Spatial Knowledge of a Virtual Environment. In ACM International Conference Proceeding Series, *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization*, 153, 59-62.

- Baños, R. M., Botella, C., Alcaniz, M., Liano, V., Guerrero, B. & Rey, B. (2004). Immersion and emotion: their impact on the sense of presence. *Cyberpsychol Behav*, 7(6), 734-741.
- Baños, R. M., Botella, C., Soledad, I., Quero, R., García-Palacios, A. & Alcañiz, M. (2007). Presence and Emotions in Virtual Environments: The Influence of Stereoscopy. *Cyberpsychol Behav*, 11(1), 1-8.
- Barbosa, M. F. (2003). *Psicobiologia da Liberdade do Criminoso Reincidente*. Dissertação de candidatura ao grau de Doutor, submetida à Universidade do Porto - Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar.
- Barfield, W., Zeltzer, D., Sheridan, T. & Slater, M. (1995). Presence and performance within virtual environments. In W. Barfield & T. A. Furness (Eds.), *Virtual environments and advanced interface design III*, New York, Oxford University Press.
- Baumgartner, T., Valko, L., Esslen, M. & Jancke, L. (2006). Neural correlate of spatial presence in an arousing and noninteractive virtual reality: an EEG and psychophysiology study. *Cyberpsychol Behav*, 9(1), 30-45.
- Bechara, A., Damásio, H. & Damásio, A. (2000). Emotion, decision-making and orbitofrontal cortex. *Cerebral Cortex*, 10, 295-307.
- Bechara, A., Tranel, D. & Damásio, H. (2000). Characterization of the decisionmaking deficit of patients with ventromedial prefrontal cortex lesions. *Brain*, 123, 2189-2202.
- Beck, L., Wolter, M., Mungard, N. F., Vohn, R., Staedtgen, M., Kuhlen, T. & Sturm, W. (2010). Evaluation of spatial processing in virtual reality using functional magnetic resonance imaging (fMRI). *Cyberpsychol Behav Soc Netw*, 13(2), 211-215.
- Belton, J. (1992). *Widescreen cinema*. Cambridge: Harvard University Press.

- Benedek, M. & Kaernbach, C. (2010). A Continuous measure of phasic electrodermal activity. *Journal of Neuroscience - Methods*, 190, 80-91.
- Bischof, W. F. & Boulanger, P. (2003). Spatial navigation in virtual reality environments: an EEG analysis. *Cyberpsychol Behav*, 6(5), 487-495.
- Blakemore, S. & Decety, J. (2001). From the perception of action to the understanding of intention. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 561-567.
- Bordnick, P. S., Copp, H. L., Traylor, A., Graap, K. M., Carter, B. L., Walton, A. & Ferrer, M. (2009). Reactivity to cannabis cues in virtual reality environments. *J Psychoactive Drugs*, 41(2), 105-112.
- Bordnick, P. S., Graap, K. M., Copp, H. L., Brooks, J., Ferrer, M. & Logue, B. (2004). Utilizing virtual reality to standardize nicotine craving research: a pilot study. *Addict Behav*, 29(9), 1889-1894.
- Botella, C., Baños, R. M., García-Palacios, A., Quero, S., Guillén, V. & Marco, H. J. (2007). Monográfico Intervención en salud en la Red. La utilización de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en psicología clínica. *UOC Papers: Revista sobre la Sociedad del Conocimiento*, 4, 32-41.
- Botella, C., Baños, R. M., Perpiñá, C. & Quero, S. (2001). Tratamiento mediante realidad virtual para la fobia a volar: un estudio de caso. *Clínica y Salud*, 12, 391-404.
- Botella, C., Villa, H., Baños, R., Perpiñá, C. & García-Palacios, A. (1999). The treatment of claustrophobia with virtual reality: changes in other phobic behaviors not specifically treated. *Cyberpsychol Behav*, 2(2), 135-141.
- Botella, V. G. (2008). *Tratamiento para las reacciones al estrés mediante realidad virtual*. Dissertação de candidatura ao grau de Doutor, submetida à Universitat de València - Departament de Personalitat, Avaluació i Tractament.

- Boulos, M. N. & Robinson, L. R. (2009). Web GIS in practice VII: stereoscopic 3-D solutions for online maps and virtual globes. *International Journal of Health Geographics*, 59 (8).
- Bradley, M. M. (2000). Emotion and motivation. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary & G. G. Berntson (Eds.), *Handbook of psychophysiology* (pp.602-642). New York: Cambridge University Press.
- Bradley, M. M., Codispoti, M., Cuthbert, B. N. & Lang, P. J. (2001). Emotion and motivation I: Defensive and appetitive reactions in picture processing. *Emotion*, 1, 276 - 298.
- Bradley, M. M. & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavioral Therapy and Experimental Psychiatry*, 25, 49-59.
- Bradley, M. M. & Lang, P. J. (1999a). *Affective Norms for English Words (ANEW), Technical Manual and Affective Ratings*. Gainesville: The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida.
- Bradley, M. M. & Lang, P. J. (1999b). *International Affective Digitized Sounds. Technical Manual and Affective Ratings*. Gainesville: The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida.
- Bradley, M. M. & Lang, P. J. (2000). Measuring emotion: behavior, feeling, and physiology. In R. Lane & L. Nadel (Eds.), *Cognitive Neuroscience of Emotion* (p. 299-341), New York, Oxford University Press.
- Bradley, M. M., Lang, P. J. & Cuthbert, B. N. (1993). Emotion, novelty, and the startle reflex: habituation in humans. *Behavioral Neuroscience*, 107, 970-980.
- Brannen, J., Badie, B., Moritz, C., Quigley, M., Meyerand, M. & Haughton, M. (2001). Reliability of functional MR imaging with word-generation tasks for mapping Broca's area. *J. Neuroradiology*, 22, 1711-1718.

- Buckner, R., Wheeler, M. & Sheridan, M. (2001). Encoding processes during retrieval tasks. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13(3), 406-415.
- Cacioppo, J. T. (2004). Feelings and emotions: roles for electrophysiological markers. *Biological Psychology*, 67(1-2), 235-243.
- Cacioppo, J. T. & Gardner, W. L. (1999). Emotion. *Annual Review of Psychology*, 50, 191-214.
- Cacioppo, J., Tassinary, L. & Berntson, G. (2007). Psychophysiology of emotion. *Handbook of psychophysiology*, 3rd ed., New York, Cambridge University Press.
- Calvo, G. & Lang, P. J. (2004). Gaze patterns when looking at emotional pictures: Motivationally biased attention. *Motivation and Emotion*, 28, 221-243.
- Cannon, W. B. (1927). The James-Lange theory of emotion: A critical examination and an alternative theory. *American Journal of Psychology*, 39, 106–124.
- Cannon, W. B. (1929). *Bodily changes in pain, hunger, fear and rage*. New York: D. Appleton And Company.
- Carlson, J. & Hatfield, E. (1992). *Psychology of emotion*. New York: Harcourt, Brace, Jovanovich.
- Carretié, L., Martín-Loeches, M., Hinojosa, J. & Mercado, F. (2001). Emotion and attention interaction studies through event-related potentials. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 13, 1109-1128.
- Carretié, L., Mercado, F., Hinojosa, J. A., Martín-Loeches, M. & Sotillo, M. (2004). Valence-related vigilance biases in anxiety studied through event-related potentials. *Journal of Affective Disorders*, 78, 119-130.

- Carter, B. L., Bordnick, P., Traylor, A., Day, S. X. & Paris, M. (2008). Location and longing: the nicotine craving experience in virtual reality. *Drug Alcohol Depend*, 95(1-2), 73-80.
- Castellar, J. V. (1996). *Una introducción a la psicofisiología clínica*. Madrid: Ed. Pirámide.
- Castellar, J. V. (2000). *Una introducción a la psicofisiología clínica*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Castillo-Parra, G., Iglesias de Jesús, A. & Ostrosky, F. (2002). Valencia, Activación y Tiempos de Reacción ante Estímulos Visuales con Contenido Emocional: Un estudio en Población Mexicana. *Revista Mexicana de Psicología*, 19, 167-176.
- Cesarei, A. & Codispoti, M. (2006). When does size not matter? Effects of stimulus size on affective modulation. *Psychophysiology*, 43, 207-215.
- Cheng, Y. & Chen, S. (2010). Improving social understanding of individuals of intellectual and developmental disabilities through a 3D-facail expression Intervention program. *Research in Developmental Disabilities*, 31(6), 1434-1442.
- Christiansen, C., Abreu, B., Ottenbacher, K., Huffman, K., Masel, B. & Culpepper, R. (1998). Task performance in virtual environments used for cognitive rehabilitation after traumatic brain injury. *Arch Phys Med Rehabil*, 79(8), 888-892.
- Christoff, K. & Gabrieli, J. D. (2000). The frontopolar cortex and human cognition: Evidence for a rostrocaudal hierarchical organization within the human prefrontal cortex. *Psychobiology*, 28, 168-186.
- Clark, V. P. & Hillyard, S. A. (1996). Spatial selective attention affects early extrastriate but not striate components of the visual evoked potential. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 8, 387-402.

- Coan J. & Allen, J. (2004). Frontal EEG asymmetry as a moderator and mediator of Emotion. *Biological Psychology*, 67(1-2), 7-49.
- Coelho, C., Santos, J., Silvério, J. & Silva, C. (2006). Virtual reality and acrophobia: one year follow up and case study. *CyberPsychology and Behavior*, 9(3), 336-341.
- Coelho, C., Silva, C., Santos, J. & Silvério, J. (2005). Realidade virtual aplicada ao tratamento da acrofobia: Estudo de caso. *Psiquiatria Clínica*, 26(2), 153-165.
- Coelho, C. M., Tichon, J. G., Hiné, T. J., Wallis, G. & Riva, G. (2006). Media presence and inner presence: The sense of presence in virtual reality technologies. In G. Riva, M.T. Anguera, B. K. Wiederhold & F. Mantovani (Eds.), *From Communication to Presence* (p. 25-45), Amsterdam, IOS Press.
- Coles, M. G. & Rugg, M. D. (1995). Electrophysiology of mind. Event-related brain potentials and cognition. Oxford: *Oxford University Press*, 86-131.
- Comerchero, M. D. & Polich, J. (1999). P3a and P3b from typical auditory and visual stimuli. *Clinical Neurophysiology*, 111, 24-30.
- Correia, J. A. (2005). *Estereoscopia Digital no Ensino da Química*. Dissertação de candidatura ao grau de Mestre em Educação Multimédia, submetida à Universidade do Porto, Departamento de Química da Faculdade de Ciências.
- Cortés, E. C-S. (2008). Compreender os Prós e Contras do Cinema Estereoscópico. SMPTE Motion Imaging Journal, traduzido por Marco Neiva para *HyperCube – Produções Estereoscópicas*, 1-9.
- Costa-Orvalho, V. (2008). A System to Reuse Facial Rigs and Animations. In *IEEE FG, ECAG Workshop, Facial and Bodily Expressions for Control and Adaptation of Games*, Amsterdam.

- Cotilho, R. F., Silva, A. S. & Carinhas, T. L. (2009). *Televisão a 3D*. Trabalho realizado no âmbito da unidade curricular de Comunicação de Áudio e Vídeo do curso de MEEC do Instituto Superior Técnico de Lisboa, 1-8.
- Courtney, C. G., Dawson, M. E., Schell, A. M., Iyer, A. & Parsons, T. D. (2010). Better than the real thing: Eliciting fear with moving and static computer-generated stimuli. *International Journal of Psychophysiology*, 78, 107-114.
- Cravo, I., Palma, T., Conceição, C. & Evangelista, P. (2001). Aplicações pré-cirúrgicas do mapeamento cortical por Ressonância Magnética Funcional. *Acta Méd Port*, 14, 21-25.
- Cummings, J. L. (1993). Frontal-subcortical circuits and human behavior. *Archives of Neurology*, 50(8), 873-880.
- Cummings, J. L. & Miller, B. L. (2007). Conceptual and Clinical Aspects of the Frontal Lobes. In B. L. Miller & J. L. Cummings. *The human frontal lobes: Functions and disorders*, 2<sup>nd</sup> ed. (p. 12-21), New York, The Guilford Press.
- Cunningham, D. & Krishack, M. (1999). Virtual Reality: a Wholistic Approach to Rehabilitation. *Study Health Technological Information*, 3, 62-90.
- Cuthbert, B. N., Schupp, H. T., Bradley, M. M., Birbaumer, N. & Lang, P. J. (2000). Brain potentials in affective picture processing: Covariation with autonomic arousal and affective report. *Biological Psychology*, 52, 95-111.
- Cuthbert, B. N., Schupp, H. T., Bradley, M. M., McManis, M. & Lang, P. J. (1998). Probing affective pictures: Attended startle and tone probes. *Psychophysiology*, 35, 344-347.
- Daffner, K., Mesulam, M., Scinto, L., Calvo, V., Faust, R. & Holcomb, P. (2000). An electrophysiological index of stimulus unfamiliarity. *Psychophysiology*, 37, 737-747.
- Damásio, A. (1994). *O Erro de Descartes*. Sintra: Publicações Europa – América.



- Damásio, A. (2000). *O Sentimento de Si – O Corpo, a emoção e a Neurobiologia da Consciência*. Sintra: Publicações Europa – América.
- Damásio, A. (2003). *Ao Encontro de Espinosa: As Emoções Sociais e a Neurologia do Sentir*. Sintra: Publicações Europa – América.
- Damásio, A. (2010). *O Livro da Consciência: A Construção do Cérebro Consciente*. Círculo de Leitores.
- Darwin, C. (1872). *The expression of the emotions in man and animals*, 3<sup>rd</sup> ed., New York: Oxford University Press.
- Davidson, R. J. (1993). Cerebral asymmetry and emotion: conceptual and methodological conundrums. *Cognition and Emotion* 7, 115–138.
- Davidson, R. J. (1998). Affective style and affective disorders: Perspectives from affective neuroscience. *Cognition and Emotion*, 12, 307-330.
- Davidson, R. J. (2004). Well-being and affective style: Neural substrates and biobehavioral correlates. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 359, 1395-1411.
- Davidson, R. J., Putnam, K. & Larson, C. (2000). Dysfunction in the neural circuitry of emotion regulation-a possible prelude to violence. *Science*, 289(28), 591-594.
- Daviss, B. (1995). Boob Cube. *Discover*, 16.
- Dawson, S., Bloch, P. H. & Ridgway, N. M. (1990). Shopping Motives, Emotional States, and Retail Outcomes. *Journal of Retailing*, 66(4), 408.
- Delorme, A. & Makeig, S. (2004). EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *J Neurosci Methods*, 134(1), 9-21.

- Detenber, B. H. (1995). *The effects of motion and image size on affective responses to and memory for pictures*. Unpublished Doctoral Dissertation, Stanford University, Stanford.
- Detenber, B. H. & Reeves, B. (1996). A bio-informational theory of emotion: Motion and image size effects on viewers. *Journal of Communication*, 46(3), 66 - 84.
- Detenber, B. H., Simons, R. F. & Bennett, G. G. (1998). Roll'em: The effects of picture motion on emotional responses. *Journal of Broadcasting and Electronic Media*, 42, 112–126.
- Detenber, B. H., Simons, R. F. & Reiss, J. (2000). The Emotional Significance of Color in Television Presentations. *MedIAPsychology*, 2, 331-355.
- Detenber, B. H. & Winch, S. (2001). The impact of color on emotional responses to newspaper photographs. *Visual Communication Quarterly*, 8(3), 4-14.
- Díaz, F., Lindín, M., Galdo-Alvarez, S., Facal, D. & Juncos-Rabadán, O. (2007). An event-related potentials study of face identification and naming: The tip-of-the-tongue state. *Psychophysiology*, 44(1).
- Difede, J. & Hoffman, H. (2002). Virtual Reality Exposure Therapy for World Trade Center Post-traumatic Stress Disorder: A Case Report. *Cyberpsychology & Behavior*, 5(6), 529-535.
- Dillon, C., Keogh, E. & Freeman, J. (2002). *'It's been Emotional': Affect, Physiology, and Presence*. UK: University of London - Goldsmiths College, Independent Television Commission.
- Dillon, C., Keogh, E., Freeman, J. & Davidoff, J. (2000). *Aroused and Immersed: The Psychophysiology of Presence*. UK: University of London -Goldsmiths College, Independent Television Commission.

- Dolcos, F. & Cabeza, R. (2002). Event-related potentials of emotional memory: encoding pleasant, unpleasant, and neutral pictures. *Cognitive, Affective and Behavioral Neuroscience*, 2, 252–263.
- Domínguez-Borràs, J. (2008). *Gating of auditory novelty processing by emotional context*. Dissertação de candidatura ao grau de Doutor, submetida à Universitat de Barcelona.
- Domínguez-Borràs, J., Garcia-Garcia, M. & Escera, C. (2008). Emotional context enhances auditory novelty processing: behavioural and electrophysiological evidence. *European Journal of Neuroscience*, 28(6), 1199–1206.
- Duncan-Johnson, C. C. & Donchin, E. (1977). On quantifying surprise: the variation of event-related potentials with subjective probability. *Psychophysiology*, 14(5), 456–467.
- Dunn, R., Dunn, A., Languis, M. & Andrews, D. (1998). The relation of ERP components to complex memory processing. *Brain and cognition*, 36, 355–76.
- Ekman, P. & Friesen, W. (1976). Measuring Facial Movement. *Environmental Psychology and Nonverbal Behavior*, 1(1), 56–75.
- Engbert, R. & Kliegl, R. (2003). Microsaccades uncover the orientation of covert attention. *Vision Research*, 43, 1035–1045.
- Escera, C. (1997). Potencial de Disparidad (Mismatch Negativity): Características y aplicaciones. *Anuario de Psicología*, 72, 63–80.
- Escera, C., Yago, E. & Alho, K. (2001). Electrical responses reveal the temporal dynamics of brain events during involuntary attention switching. *European Journal of Neuroscience*, 14, 877–883.
- Evans, J. T. & Frankish, K. (Eds.). (2009). *In Two Minds: Dual Processes and Beyond*. Oxford: Oxford University Press.

- Exame Informática (2010). *Toshiba vai lançar televisor 3D que dispensa óculos em 2011*. Acedido a 18 de Dezembro de 2010 em <http://aeiou.exameinformatica.pt/toshiba-vai-lancar-televisor-3d-que-dispensaoculos-em-2011=f1007035?uop=userlogin>.
- Fantz, R. L., Fagan, J. J. & Miranda, S. B. (1975). Early Visual Selectivity. In L. B. Cohen & P. Salapatek (Eds.), *Infant Perception: From sensation to Cognition*, 1: Basic Visual Process (p. 249-345), New York: Academic Press.
- Fehr, B. & Russell, J. A. (1984). Concept of emotion viewed from a prototype perspective. *Journal of experimental psychology, General*, 113, 464 - 486.
- Flores-Gutiérrez, Díaz, J., Barrios A., Favila-Humara, R., Guevara, A., Portilla- R. & Corsi-Cabrera, M. (2007). Metabolic and electric brain patterns during pleasant and unpleasant emotions induced by music masterpieces. *International Journal of Psychophysiology*, 65(1), 69-84.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E. & McHugh, P. R. (1975). Mini-Mental State: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12, 189-198.
- Fowles, D. C. (1993). Electrodermal activity and antisocial behavior: Empirical findings and theoretical issues. In J. C. Roy, W. Boucsein, D. C. Fowles & J. H. Gruzelier (Eds.), *Progress in Electrodermal Research* (p. 223-237), London, Plenum.
- Fox, B. (1993). Dr. Who enters another dimension. *New Scientist*, 140, 23.
- Franconeri, S. L. & Simons, D. J. (2003). Moving and looming stimuli capture attention. *Perception and Psychophysics*, 65, 999-1010.
- Freeman, J. & Avons, S. E. (2000). Focus Groups Exploration of Presence through Advanced Broadcast Services. Proceedings of the SPIE. *Human Vision and Electronic Imaging*, V.

- Freeman J., Avons, S. E., Pearson, D. E. & IJsselsteijn, W. A. (1999). Effects of sensory information and prior experience on direct subjective ratings of presence. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 8, 1-13.
- Friedman, B. (2010). Feelings and the body: The Jamesian perspective on autonomic specificity of emotion. *Biological Psychology*, 84, 383-393.
- Frijda, N. H. (1986). *The emotions*. New York: Cambridge University Press.
- García-Larrea, L., Lukaszewicz, A. & Mauguière, F. (1992). Revisiting the oddball paradigm. Non-target vs neutral stimuli and the evaluation of ERP attentional effects. *Neuropsychologia*, 30(8), 723-41.
- Gardner, H. (2003). *A nova ciência da mente*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- Geisler, M. & Polich, J. (1990). P300 and time of day: circadian rhythms, food intake, and body temperature. *Biological Psychology*, 31, 117-36.
- Gerardi, M., Cukor, J., Difede, J., Rizzo, A. & Rothbaum, B. O. (2010). Virtual reality exposure therapy for post-traumatic stress disorder and other anxiety disorders. *Curr Psychiatry Rep*, 12(4), 298-305.
- Goodin, D. S., Squires, K. C., Henderson, B. H. & Starr, A. (1978). Age-related variations in evoked potentials to auditory stimuli in normal human subjects. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 44, 447-58.
- Gorini, A. & Riva, G. (2008). Virtual reality in anxiety disorders: the past and the future. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 8, 215–233.
- Gorini, A., Mosso, J. L., Mosso, D., Pineda, E., Ruíz, N. L., Ramírez, M., ... Riva, G. (2009). Emotional Response to Virtual Reality Exposure across Different Cultures: The Role of the Attribution Process. *Cyber Psychology & Behavior*, 12(6), 699-705.

- Grabe, M. E., Lombard, M., Reich, R., Campanella, C., & Ditton, T. (1999). The Role of Screen Size in Viewer Experiences of Media Content. *Visual Communication Quarterly*, 6 (2), 4 - 9.
- Grimshaw, G. M., Bulman-Fleming, M. B. & Ngo, C. (2004). A signal-detection analysis of sex differences in the perception of emotional faces. *Brain and Cognition*, 54, 248-250.
- Hajcak, G., MacNamara, A. & Olvet, D. M. (2010). Event-related potentials, emotion, and emotion regulation: an integrative review. *Dev Neuropsychol*, 35(2), 129-155.
- Halgren, E., Baudena, P., Clarke, J., Heit, G., Marinkovic, K., Devaux, B., ... Biraben, A. (1995). Intracerebral potentials to rare target and distractor auditory and visual stimuli. II. Medial, lateral and posterior temporal lobe. *Electroenceph. clin. Neurophysiol*, 94, 229-250.
- Hatada, T., Sakata, H. & Kusaka, H. (1980). Psychophysical analysis of the sensations of reality induced by a visual wide field display. *Society of Motion Picture and Television Engineers journal*, 89, 560-569.
- Heft, H. & Nasar, J. L. (2000). Evaluating environmental Scenes using dynamic Versus static displays. *Environment and Behavior*, 32(3), 301-322.
- Hillyard, S. A., Hink, R. F., Schwent, V. L. & Picton, T. W. (1973). Electrical signs of selective attention in the human brain. *Science*, 182, 177-180.
- Hillyard, S. A. & Münte, T. F. (1984). Selective attention to color and location: An analysis with event-related brain potentials. *Perception and Psychophysics*, 36, 185-198.
- Hillyard, S. A., Squires, K. C., Bauer, J. W. & Lindsay, P. H. (1971). Evoked potentials correlates of auditory signal detection. *Science*, 172, 1357-60.

- Hirayasu, Y., McCarley, R. W., Salisbury, D. F., Tanaka, S., Kwon, J. S., Frumin, M., ... Shenton, M. E. (2000). Planum temporale and Heschl gyrus volume reduction in schizophrenia: A magnetic resonance imaging study of first-episode patients. *Arch Gen Psychiatry*, 57, 692–699.
- Hodges, L., Kooper, R., Meyer, C., Rothbaum, O., Opdyke, D., Graaff, J., ... North, M. (1995). Virtual environments for treating the fear of heights. *IEEE Computer*, 7, 27-34.
- Hoffman, H., Richards, T., Coda, B., Richards, A. & Sharar, R. (2003). The illusion of presence in immersive virtual reality during an fMRI brain scan. *Cyberpsychology & Behavior*, 6(2), 127-131.
- Iglesias de Jesús, A. (2003). Neurociencia afectiva: Perspectivas actuales en psicofisiología de la emoción. *Revista Mexicana de Psicología*, 20, 29-41.
- Inman, D., Loge, K. & Leavens, J. (1997). VR Education and Rehabilitation, *Communications of the ACM*, 40(8), 53-58.
- Insko, B. E. (2003). Being There: Concepts, effects and measurement of user presence in synthetic environments. In G. Riva, F. Davide & W.A. IJsselsteijn (Eds.), *Measuring Presence: Subjective, Behavioral and Physiological Methods*, Amsterdam, IOS Press.
- Isreal, J. B., Wickens, C. D. & Donchin, E. (1980). The dynamics of P300 during dual-task performance. *Prog Brain Res*, 54, 416-421.
- Ito, T. A, Cacioppo, J. T. & Lang, P. J. (1998). Eliciting affect using the international affective picture system: Trajectories through evaluative space. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 24(8), 855-879.
- Izard, C.E. (1991). *The psychology of emotions*. New York, Plenum Press

- James, W. (1884). What is an emotion? In C. D. Green, *Classics in the History of Psychology*, Toronto, York University. Acedido a 10 de Maio de 2010 em <http://psychclassics.yorku.ca/James/emotion.htm>.
- Jäncke, L., Brunner, B., & Esslen, M. (2008). Brain activation during fast driving in a driving simulator: The role of the lateral pre-frontal cortex. *NeuroReport*, 19, 1127-1130.
- Jasper, H. (1958). Report on the committee on methods of clinical examination in electroencephalography. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 10, 370-375.
- Jesus, M. (2008). *Mecanismos Psicofisiológicos de la Ansiedad Patológica: Implicaciones Clínicas*. Dissertação de candidatura ao grau de Doutor apresentada à Universidade de Granada - Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico.
- John, M. S., Cowen, M. B., Smallman, H. S. & Oonk, H. M. (2001). The use of 2D and 3D displays for shape-understanding versus relative-position tasks. *Human Factors*, 43(1), 79-98.
- Jones, N. A. & Fox, N. (1992). Electroencephalogram asymmetry during emotionally evocative films and its relation to positive and negative affectivity. *Brain Cognition*, 20, 280-299.
- Kahana, M. J., Sekuler, R., Caplan, J. B., Kirschen, M. & Madsen, J. R. (1999). Human theta oscillations exhibit task dependence during virtual maze navigation. *Nature*, 399(6738), 781-784.
- Kanwisher, N., McDermott, J. & Chun, M. M. (1997). The fusiform face area: a module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *Journal of Neuroscience*, 17, 4302-4311.



- Kanwisher, N. & Yovel, G. (2006). The fusiform face area: A cortical region specialized for the perception of faces. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B*, 361, 2109-2128.
- Karli, P. (1995). *O cérebro e a liberdade*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Kasai, T., Morotomi, T., Katayama, J. & Kumada, T. (2003). Attending to a location in three-dimensional space modulates early ERPs. *Brain Res Cogn Brain Res*, 17(2), 273-285.
- Keil, A., Bradley, M., Junghöfer, M., Russmann, T., Lowenthal, W. & Lang, P. J. (2007). Cross-modal attention capture by affective stimuli: Evidence from event-related potentials. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 7(1), 18-24.
- Keil, A., Gruber, T., Muller, M. M., Moratti, S., Stolarova, M., Bradley, M. M. & Lang, P. J. (2003). Early modulation of visual perception by emotional arousal: evidence from steady-state visual evoked brain potentials. *Cogn Affect Behav Neurosci*, 3(3), 195-206.
- Kemner, C., Verbaten, M. N., Koelega, H. S., Buitelaar, J. K., Van der Gaag, R. J., Camfferman, G. & Van Engeland, H. (1996). Event-related brain potentials in children with attention-deficit and hyperactivity disorder: effects of stimulus deviancy and task relevance in the visual and auditory modality. *Biol Psychiatry*, 40(6), 522-534.
- Kesler-West, M. L., Andersen, A. H., Smith, C. D., Avison, M. J., Davis, C. E., Kryscio, R. J. & Blonder, L. X. (2001). Neural substrates of facial emotion processing using fMRI. *Cognitive Brain Research*, 11, 213-226.
- Kim, K. & Watanuki, S. (2003). Characteristics of electroencephalographic responses induced by a pleasant and an unpleasant odor. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 22(6), 285-91.

- Kim, T. (1996). *The memory and persuasion effects of presence in television advertisement processing*. Unpublished Doctoral Dissertation. University of North Carolina, Chapel Hill.
- Kipper, P. (1986). Television camera movement as a source of perceptual information. *Journal of Broadcasting & Electronic Media*, 30, 295-307.
- Kober, S. E. & Neuper, C. (2011). Sex differences in human EEG *theta* oscillations during spatial navigation in virtual reality. *Int J Psychophysiol*, 79(3), 347-355.
- Kohler, C., Bilker, W., Hagendoorn, M., Gur, R. & Gur R. (2000). Emotion recognition deficit in schizophrenia: association with symptomatology and cognition. *Biol Psychiatry*, 48,127-136.
- Kok, A. (2001). On the utility of P3 amplitude as a measure of processing capacity. *Psychophysiology*, 38, 557-577.
- Kolb, B. & Whishaw, I. Q. (2003). The frontal lobes. In B. Kolb & I. Q. Whishaw (Eds.). *Fundamentals of human neuropsychology*, 5th ed. (p. 391-425), New York, W. H. Freeman.
- Kolev, V., Demiralp, T., Yordanova, J., Ademoglu, A. & Isoglu-Alkaç, U. (1997). Time-frequency analysis reveals multiple components during oddball P300. *NeuroReport*, 8, 2061-65.
- Kourtzi, Z. & Kanwisher, N. (2000). Activation in Human MT/MST by Static Images with Implied Motion. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(1), 48-55.
- Kreibig, S. D. (2010). Autonomic system activity in emotion: A review. *Biological psychology*, 84, 394-421.
- Krolak-Salmon, P., Fischer, C., Vighetto, A. & Mauguiere, F. (2001). Processing of facial emotional expression: spatio-temporal data as assessed by scalp event-related potentials. *European Journal of Neuroscience*, 13, 987-994.

- Lai, Y., Kuan, K. K., Hui, K. & Liu, N. (2009). The Effects of Moving Animation on Recall, Hedonic and Utilitarian Perceptions, and Attitude. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 56(3), 468-477.
- Lander, K. & Bruce, V. (2000). Recognizing famous faces: Exploring the benefits of facial motion. *Ecological Psychology*, 12, 259-272.
- Lander, K. & Bruce, V. (2003). The role of motion in learning new faces. *Visual Cognition*, 10, 897-912.
- Lander, K. & Chuang, L. (2005). Why are moving faces easier to recognize? *Visual Cognition*, 12, 429-442.
- Lander, K., Christie, F. & Bruce, V. (1999). The role of movement in the recognition of famous faces. *Memory and Cognition*, 27, 974-985.
- Lane, R., McRae, K., Reiman, E., Chen, K., Ahern, G. & Thayer, J. (2009). Neural correlates of heart rate variability during emotion. *Neuroimage*, 1, 45(2), 643-4.
- Lang, P. J. (1968). Fear reduction and fear behavior: Problems in treating a construct. In J. M. Schlien (Ed.), *Research in psychology*, 3, 90-103, Washington, American Psychological Association.
- Lang, P. J. (1979). A bio-informational theory of emotional imagery. *Psychophysiology*, 16, 495-512.
- Lang, P. J. (1980). Behavioral treatment and bio-informational assessment: Computer applications. In J. B. Sidowski, J. H. Johnson & T. A. Williams (Eds.), *Technology in mental health care delivery systems* (p. 119-137), Norwood, Ablex.
- Lang, P. J. (1993). From emotional imagery to the organization of emotion in memory. In N. Birbaumer & A. Ohman (Eds.), *The structure of emotion. Psychophysiological, cognitive and clinical aspects* (p.69-92), Seattle, Hogrefe & Huber Publishers.

- Lang, P. J. (1995). The emotion probe: studies of motivation and attention. *American Psychologist*, 50(5), 372-385.
- Lang, P. J. & Bradley, M. M. (2010). Emotion and the motivational brain. *Biological Psychology*, 84, 437-450.
- Lang, P. J., Bradley, M. M. & Cuthbert, B. N. (1990). Emotion, attention and startle reflex. *Psychological Review*, 97, 377-398.
- Lang, P. J., Bradley, M. M. & Cuthbert, B. N. (1997). Motivated attention: Affect, activation and action. In P. J. Lang, R. F. Simons & M. Balaban (Eds.) *Attentions and Orienting: Sensory and Motivational Processes* (p. 97-135), Hillsdale, New Jersey, Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Lang, P. J., Bradley, M. M. & Cuthbert, B. N. (1999). *International Affective Picture System: Technical Manual and Affective Ratings*. The Center for Research in Psychophysiology, University of Florida.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2005). International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. *Technical Report A-6*. University of Florida, Gainesville.
- Lang, P. J., Bradley, M. M. & Cuthbert, B. N. (2008). The international affective picture system: Affective ratings of pictures and instruction manual. *Technical Report A-8*. University of Florida, Gainesville.
- Lang, P. J., Davis, M. & Öhman, A. (2000). Fear and anxiety: Animal models and human cognitive psychophysiology. *Journal of Affective Disorders*, 61, 137-159.
- Lang, P. J., Greenwald, M. K., Bradley, M. M. & Hamm, A. O. (1993). Looking at pictures: Affective, facial, visceral and behavioral reactions. *Psychophysiology*, 30, 261-273.

- Lang, P. J., Simons, R. F., Balaban, M. T. (Eds.). (1997). *Attention and Orienting: Sensory and Motivational Processes*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Larson, C. L., Ruffalo, D., Nietert, J. Y. & Davidson, R. J. (2000). Temporal stability of the emotion-modulated startle response. *Psychophysiology*, 37, 92-101.
- Latta, J. & Oberg, D. (1994) A Conceptual Virtual Reality Model. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 23-28.
- Lazarus, R. (1991). *Emotion and adaptation*. Oxford University Press.
- LeDoux, J. (1990). Information flow from sensation to emotion plasticity in the neural computation of stimulus values. In M. Gabriel & J. Moore. (Eds.), *Learning and computational neuroscience: Foundations of adaptive networks* (p. 3-52), Cambridge, MA, Bradford Books/MIT Press.
- LeDoux, J. (1996). *The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life*. New York: Simon & Schuster.
- LeDoux, J. (2000). *O Cérebro Emocional. As misteriosas estruturas da vida emocional*. Cascais: Editora Pergaminho, Lda.
- Lee, J. H., Lim, Y., Wiederhold, B. K. & Graham, S. J. (2005). A functional magnetic resonance imaging (fMRI) study of cue-induced smoking craving in virtual environments. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30, 195-204.
- Lee, W. (2001). *Emotion as elicited by components of an E-commerce interface*. Dissertação de candidatura ao Grau de Mestre, submetida à University of British Columbia, Faculty of Commerce and Business Administration.
- Lévis, D. (2006). *¿Qué es la realidad virtual?* Argentina: Copyright © Diego Levis - 1997/2006.

- Lewis, M. D., & Granic, I. (2000). *Emotion, development and self-organization: Dynamic systems approaches to emotional development*. New York: Cambridge University Press.
- Libkuman, T. M., Otani, H., Kern, R., Viger, S. G. & Novak, N. (2007). Multidimensional normative ratings for the International Affective Picture System. *Behav Res Methods*, 39(2), 326-334.
- Lin, C. T., Chen, S. A., Chiu, T. T., Lin, H. Z. & Ko, L. W. (2011). Spatial and temporal EEG dynamics of dual-task driving performance. *J Neuroeng Rehabil*, 8, 11.
- Lin, C. T., Chung, I. F., Ko, L. W., Chen, Y. C., Liang, S. F. & Duann, J. R. (2007). EEG-based assessment of driver cognitive responses in a dynamic virtual-reality driving environment. *IEEE Trans Biomed Eng*, 54(7), 1349-1352.
- Liu, B., Wang, Z., Song, G. & Wu, G. (2010). Cognitive processing of traffic signs in immersive virtual reality environment: An ERP study. *Neurosci Lett*, 485(1), 43-48.
- Loftus, G. R. & Harley, E. M. (2005). Why is it easier to identify someone close than far away? *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 43-65.
- Lombard, M. (1995). Direct responses to people on the screen: Television and personal space. *Communication Research*, 22, 288 - 324.
- Lombard, M. & Ditton, T. (1997). At the heart of it all: The concept of presence. *Journal of Computer Mediated Communication*, 3.
- Lombard, M., Ditton, T. B., Grabe, M. E. & Reich, R. D. (1997). The role of screen size on viewer responses. *Communication Reports*, 10(1), 95-106.
- MacLean, P. D. (1949). Psychosomatic disease and the “visceral brain”: Recent developments bearing on the Papez theory of emotion. *Psychosomatic Medicine*, 11, 338-353.

- Mahoney, D. P. (1994). High expectations for virtual therapy. *Computer Graphics World*, 9, 14-16.
- Makeig, S., Bell, A. J., Jung, T. P. & Sejnowski, T. J. (1996). Independent component analysis of electroencephalographic data. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 8, 145-151.
- Maldonado, J. G. (2002). Aplicaciones de la realidad virtual en psicología clínica. *Aula médica psiquiatría*, 4(2), 92-126.
- Marosi, E., Bazan, O., Yanez, G., Bernal, J., Fernandez, T., Rodriguez, M., ... Reyes, A. (2002). Narrow-band spectral measurements of EEG during emotional tasks. *International Journal of Neuroscience*. 112, 871-891.
- Marques-Teixeira, J. (1993). Toxicodependência e Auto-organização. Lisboa: Instituto Piaget.
- Marques-Teixeira, J. (2001). Droga e emoções. *Saúde Mental*, 4, 2001.
- Marques-Teixeira, J. & Barbosa, F. (2005). Emotional states and informational brain processing in drug addicts free of drugs: An ERPs study. *International Journal of Psychiatry in Clinical Practice*, 9(3), 213-220.
- Marques-Teixeira, J., Barbosa, F. & Almeida, P. R. (2009). Using signal detection Theory indexes for the experimental manipulation of emotional states. *Methodology, European Journal of Research Methods for the Behavioral and Social Sciences*, 5(2), 55-59.
- Martin, J. (2006). *Mecanismos Atencionales y Preatencionales de los Reflejos Defensivos*. Dissertação de candidatura ao grau de Doutor, submetida à Universidade de Granada - Departamento de Personalidad, Evaluación y Tratamiento Psicológico.
- Martín-Loeches, M. (2001). *¿Qué es la actividad cerebral? Técnicas para su estudio*. Madrid: Biblioteca Nueva.

- Martínez-Selva, J. M. (1984). Una revisión de los componentes del reflejo de orientación. *Anales de psicología*, da Universidad de Murcia, 1, 167-180.
- Maschio, A. V. (2008). *A Estereoscopia: investigação de processos de aquisição, edição e exibição de imagens estereoscópicas em movimento*. Dissertação apresentada no Curso de Pós-Graduação em Desenho Industrial. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação.
- Mathew, A. (2008). *IMAX – a seminar report*. Dissertação de candidatura ao grau de Bachelor em Technology in Computer Science & Engineering. Cochin University of Science and Technology, School of Engineering.
- Matthews, G., Zeidner, M. & Roberts, R. (2002). *Emotional Intelligence: Science & Myth*. MIT Press.
- McKenzie, B. E. & Day, R. H. (1976). Infants' attention to stationary and moving objects at different distances. *Australian Journal of Psychology*, 28, 45-51.
- McLay, R. N., Wood, D. P., Webb-Murphy, J. A., Spira, J. L., Wiederhold, M. D., Pyne, J. M. & Wiederhold, B. K. (2011). A Randomized, Controlled Trial of Virtual Reality-Graded Exposure Therapy for Post-Traumatic Stress Disorder in Active Duty Service Members with Combat-Related Post-Traumatic Stress Disorder. *Cyberpsychol Behav Soc Netw*.
- Meehan, M., Insko, B., Whitton, M. & Brooks, F. P. (2002). Physiological Measures of Presence in Stressful Virtual Environments. In *ACM SIGGRAPH*, Texas, St. Antonio.
- Mercado-Romero, F. M. (2004). *Sesgos atencionales en la ansiedad rasgo y en la ansiedad estado: Un estudio electrofisiológico de actividad cerebral*. Dissertação de candidatura ao grau de Doutor, submetida à Universidade Autónoma de Madrid.



- Mertens, R. & Allen, J. J. (2008). The role of psychophysiology in forensic assessments: deception detection, ERPs, and virtual reality mock crime scenarios. *Psychophysiology*, 45(2), 286-298.
- Meyerbrocker, K. & Emmelkamp, P. M. (2010). Virtual reality exposure therapy in anxiety disorders: a systematic review of process-and-outcome studies. *Depress Anxiety*, 27(10), 933-944.
- Milham, M. P., Banich, M. T., Claus, E. & Cohen, N. (2003). Practice-related effects demonstrate complementary roles of anterior cingulate and prefrontal cortices in attentional control. *Neuroimage*, 18, 483-493.
- Mini, A., Palomba, D., Angrilli, A. & Bravi, S. (1996). Emotional information processing and visual evoked potentials. *Perceptual and Motor Skills*, 83, 143-152.
- Missonnier, P., Deiber, M. P., Gold, G., Millet, P., Gex-Fabry Pun, M., Fazio-Costa, L., ... Ibáñez, V. (2006). Frontal *theta* event-related synchronization: comparison of directed attention and working memory load effects. *J Neural Transm*, 113(10), 1477-1486.
- Molina, J. P., García, A. S., Martínez, D., Manjavacas, F. J., Blasco, V. & González, P. (2006). An Interaction Model for the TRES-D Framework. *Proc. of 13th IEEE Mediterranean Electrotechnical Conference (MELECON 2006)*, special session "New interaction paradigms in Virtual Environments", Benalmádena, Málaga, 16-19.
- Moline, J. (1997) Virtual reality in health care: a survey. In G. Riva (Ed.), *Virtual reality in neuro psychophysiology* (p. 3-34), Amsterdam, IOS Press.
- Moltó, J., Montañés S, Poy, R., Segarra, P., Pastor, M., Tormo, M., ... Vila, J. (1999). Un nuevo método para el estudio experimental de las emociones: el International Affective Photograph System (IAPS). Adaptación española. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 52, 55-87.

- Monteiro, L. (2004). *Estrutura Neuroemocional do Toxicodependente*. Dissertação de candidatura ao grau de Mestre, submetida a Faculdade de Psicologia e Ciências da Educação da Universidade do Porto.
- Monteiro, L., Barbosa, F. & Silvério, J. (2011). Dados normativos da indução de Emoções em Ambientes de Realidade Virtual. *Saúde Mental*.
- Moratti, S., Keil, A. & Stolarova, M. (2004). Motivated attention in emotional picture processing is reflected by activity modulation in cortical attention networks. *Neuroimage*, 21(3), 954-64.
- Morgado, L. F. (2006). *Integração de Emoção e Raciocínio em Agentes Inteligentes*. Dissertação de candidatura ao grau de Doutor, submetida à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Mraz, R., Hong, J., Quintin, G., Staines, W. R., McIlroy, W. E., Zakzanis, K. K. & Graham, S. J. (2003). A platform for combining virtual reality experiments with functional magnetic resonance imaging. *CyberPsychology and Behaviour*, 6(4), 359-368.
- Mühlberger, A., Bülthoff, H. H., Wiedemann, G. & Pauli, P. (2007). Virtual Reality for the Psychophysiological Assessment of Phobic Fear: Responses During Virtual Tunnel Driving. *Psychological Assessment*, 3(19), 340-346.
- Näätänen, R. & Picton, T. (1987). The N1 wave of the human electric and magnetic response to sound: a review and an analysis of component structure. *Psychophysiology*, 24, 375-425.
- Navon, D. & Gopher, D. (1979). On the Economy of the Human Processing System. *Psychological Review*, 86(3), 214-255.
- Neto, R. A. A. (2004). *Arquitetura digital - a realidade virtual, suas aplicações e possibilidades*. Dissertação de candidatura ao Grau de Mestre em Ciências em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE.

- Norman, D. A. & Bobrow, D. G. (1975). On data limited and resource limited processes. *Cognitive Psychology*, 7, 44-64.
- Nummenmaa, L., Hyona, J. & Calvo, M. G. (2006). Eye movement assessment of selective attentional capture by emotional pictures. *Emotion*, 6(2), 257-268.
- Oatley, K. & Jenkins, J. (1996). *Understanding Emotions*. Blackwell Publishers.
- Ochsner, K. N. & Schacter, D. L. (2000). A social cognitive neuroscience approach to emotion and memory. In J. C. Borod (Ed.), *The Neuropsychology of Emotion* (p. 163-193), New York, Oxford University Press.
- Ogawa, S., Lee, T. M., Nayak, A. S. & Glynn, P. (1990). Oxygenation-sensitive contrast in magnetic resonance image of rodent brain at high magnetic fields. *Journal Magnetic Resonance in Medicine*, 14(1), 68-78.
- Öhman, A. (2000). Fear and anxiety: Evolutionary, cognitive and clinical perspectives. In M. Lewis & J. M. Haviland-Jones (Eds.), *Handbook of emotions*, 2<sup>nd</sup> ed., New York, Guilford Press.
- Öhman, A. & Birbaumer, N. (1993). Psychophysiological and cognitive - clinical perspectives on emotion: Introduction and overview. In N. Birbaumer & A. Öhman (Eds.), *The structure of emotion. Psychophysiological, cognitive and clinical aspects*, Seattle, Hogrefe & Huber Publishers.
- Oken B. S. (1997). Endogenous Event-Related Potentials. In K. H. Chiappa (Ed.), *Evoked Potentials in Clinical Medicine*, 2<sup>nd</sup> ed., New York, Raven Press.
- Ollo, C. & Squires, N. (1986). Event-related potentials in learning disabilities. In R. Q. Cracco & I. Bodis-Wollner (Eds.), *Evoked Potentials: Frontiers of clinical neuroscience*, vol. 3. (p.497-512), New York, Liss.
- Olofsson, J., Nordin, S., Sequeira, H. & Polich, J. (2008). Affective picture processing: An integrative review of ERP findings. *Biological Psychology*, 77, 247-265.

- Omoto, S., Kuroiwa, Y., Otsuka, S., Baba, Y., Wang, C., Li, M., ... Suzuki, Y. (2010). P1 and P2 components of human visual evoked potentials are modulated by depth perception of 3-dimensional images. *Clin Neurophysiol*, 121(3), 386-391.
- Ortony, A., Clore, G. & Collins, A. (1988). *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge University Press.
- Ostrosky-Solís, F. & Chayo-Dichi, R. (1997). Potenciales tardíos y funciones cognoscitivos. In Hernández Orozco F., T. Flores & Y. Peñaloza (Eds.), *Registros Electrofisiológicos para el Diagnóstico de los Trastornos de la Comunicación Humana*, México, Secretaría de Salud, 38-52.
- Palermo, R. & Rhodes, G. (2007). Are you always on my mind? A review of how face perception and attention interact. *Neuropsychologia*, 45, 75-92.
- Palmero, F. (1996). Aproximación Biológica al estudio de la Emoción. *Anales de Psicología*, 12(1), 1-86. Espanha: Universidad de Murcia.
- Palmero, F. (2003). La emoción desde el modelo cognitivista. *Revista Española de Motivación y Emoción*, 6(14).
- Panksepp, J. (1998). *Affective neuroscience: the foundations of human and animal emotions*. Oxford University Press.
- Papez, J. A. (1937). A proposed mechanism of emotion. *Archives of Neurology and Psychiatry*, 38, 725-743.
- Parsons, T. D. & Rizzo, A. A. (2008). Affective outcomes of virtual reality exposure therapy for anxiety and specific phobias: A meta-analysis. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 39, 250-261.
- Pastoor, S. & Wijpking, M. (1997). 3-D displays: A review of current technologies. *Displays*, 17(2), 100-110.

- Pelham, B. W., Sumarta, T. T. & Myaskovsky, L. (1994). The easy path from many to much: The numerosity heuristic. *Cognitive Psychology*, 26, 103-133.
- Perez-Lopez, J. R. & Woody, S. R. (2001). Memory for facial expressions in social phobia. *Behaviour Research and Therapy*, 39 (8), 967-975.
- Perpiñá, C. Botella, C. & Baños, R. M. (2003). Virtual Reality in Eating Disorders. *European Disorders Review*, 11, 261-278.
- Pessoa, L., Japee, S. & Ungerleider, L. (2005). Visual awareness and the detection of fearful faces. *Emotion*, 5(2), 243-247.
- Pestana, M. & Gageiro, J. (2003). *Análise de Dados Para Ciências Sociais – A Complementaridade do SPSS, 3ª ed.*, Ed. Sílabo.
- Picton, T. W. & Hillyard, S. A. (1974). *Human auditory evoked potentials II: Effects of attention. Electroenceph Clin Neurophysiol*, 36, 191-9.
- Picton, T. W., Lins, O & Scherg, M. (1995). The recording and analysis of event-related potentials. In F. Boller y J. Grafman (Eds.). *Handbook of Neuropsychology*, vol. 10. (p. 3-73), Amsterdam, Elsevier.
- Polich, J. (1986). Normal variation of P300 from auditory stimuli. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 65, 236-40.
- Polich, J. (1987). Task difficulty, probability and inter-stimulus interval as determinants of P300 from auditory stimuli. *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 68, 311-20.
- Polich, J., (2007). Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clin. Neurophysiol*, 118, 2128-2148.
- Polich, J., Howard, L. & Starr, A. (1985). Effects of age on the P300 component of the Event-related potential from auditory stimuli: peak definition, variation, and measurement. *J Gerontol*, 40(6), 721-6.

- Polich, J., Ladish, C. & Burns, T. (1990). Normal variation of P300 in children: age, memory span, and head size. *Int J Psychophysiol*, 9, 237-48.
- Pontifex, M., Hillman, C. & Polich, J. (2009). Age, physical fitness, and attention: P3a and P3b. *Psychophysiology*, 46, 379-387.
- Queirós, C. (1997). Emoções e comportamento desviante, um estudo na perspectiva da personalidade como sistema auto-organizador. Tese de Doutoramento apresentada à Faculdade de Psicologia e de Ciências de Educação da Universidade do Porto.
- Raposo, A. B., Szenberg, F., Gattass, M. & Celes, W. (2004). Visão Estereoscópica, Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Colaboração. *Anais do XXIV Congresso da SBC*, 2, XXIII JAI, 289-331.
- Reeve, J. (1994). *Motivación y Emoción*. Madrid: McGraw-Hill.
- Reeves, B., Detenber, B. & Steuer, J. (1993). New televisions: The effects of big pictures and big sound on viewer responses to the screen. Paper presented at the *Annual Meeting of the International Communication Association*, Washington, D.C.
- Reeves, B., Lang, A., Kim, E. Y. & Tatar, D. (1999). The Effects of Screen Size and Message Content on Attention and Arousal. *Media Psychology*, 1(1), 49-67.
- Reeves, B., Lombard, M. & Melwani, G. (1992). Faces on the screen: Pictures or natural experience? Paper presented at the *Annual Conference of the International Communication Association*, Miami, FL.
- Reeves, B. & Nass, C. (1996). *The Media Equation*. UK: Cambridge University Press.
- Reeves, B., Thorson, E., Rothschild, M., McDonald, Hirsch, J. & Goldstein, B. (1985). Attention to television: Intra-stimulus effects of movement and scene changes in alpha variation over time. *Intern. J. Neurosciences*, 27, 241-255.
- Regan, D. (1989). *Human Brain Electrophysiology*. Amsterdam: Elsevier.

- Reger, G. M., Holloway, K. M., Candy, C., Rothbaum, B. O., Difede, J., Rizzo, A. A. & Gahm, G. A. (2011). Effectiveness of virtual reality exposure therapy for active duty soldiers in a military mental health clinic. *J Trauma Stress*, 24(1), 93-96.
- Rheingold, H. (1992). *Virtual Reality*. New York: Simon and Schuster.
- Riva, G. (1998). Virtual Reality vs.. Virtual Body: The use of virtual environments in the treatment of body experience disturbances. *CyberPsychology & Behavior*, 1, 129-137.
- Riva, G., Gaggioli, A., Villani, D., Preziosa, A., Morganti, F., Corsi, R., ... Vezzadini L. (2007). NeuroVR: An open source virtual reality platform for clinical psychology and behavioral neurosciences. *Studies in Health Technology & Informatics*, 125, 394-399.
- Riva, G., Mantovani, F., Capideville, C. S., Preziosa, A., Morganti, F., Villani, D., ... Alcaniz, M. (2007). Affective interactions using virtual reality: the link between presence and emotions. *Cyberpsychol Behav*, 10(1), 45-56.
- Robinett, W. (1994). Interactivity and Individual Viewpoint in Shared Virtual Worlds: The Big Screen vs. Networked Personal Displays. *Computer Graphics*, 28(2), 127-130.
- Rohrbaugh, J. & Gaillard, A. (1983). Sensory and motor aspects of the contingent negative variation. In A. Gaillard & W. Ritter (Eds.), *Tutorials in ERP Research: Endogenous Components* (p. 269-310), Amsterdam, Elsevier.
- Rolland, J. & Hua, H. (2005). Head-Mounted Display Systems. In R. B. Johnson & R.G. Driggers (Eds.), *Encyclopedia of Optical Engineering* (p. 1-13), New York, Marcel Dekker.
- Rossignol, M., Philippot, P., Douilliez, C., Crommelinck, M. & Campanella, S. (2005). The perception of fearful and happy facial expression is modulated by anxiety: An event-related potential study. *Neuroscience Letters*, 377, 115-120.

- Rothbaum, B., Hodges, L., Ready, D., Graap, K. & Alarcon, R. (2001). Virtual reality exposure therapy for Vietnam veterans with posttraumatic stress disorder. *Journal of Clinical Psychiatry*, 62(8), 617-622.
- Salamin, P., Tadi, T., Blanke, O., Vexo, F. & Thalmann, D. (2010). Quantifying effects of exposure to the third and first-person perspectives in virtual-reality-based training. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 3(3), 272-276.
- Sánchez-Navarro, J. P., Martínez-Selva, J. M., Román, F. & Torrente, G. (2006). The Effect of Content and Physical Properties of Affective Pictures on Emotional Responses. *The Spanish Journal of Psychology*, 9(2), 145-153.
- Sánchez-Navarro, J. P., Román, F. & Martínez-Selva, J. M. (2005). Emotional response in patients with frontal brain damage: effects of affective valence and information content. *Behav Neurosci*, 119, 87-97.
- Sanchez-Vives, M. V. & Slater, M. (2005). From presence to consciousness through virtual reality. *Nature Reviews – Neuroscience*, 6, 331-339.
- Sangal, J. M., Sangal, R. B. & Persky, B. (1995). Abnormal auditory P300 topography in attention deficit disorder predicts poor response to pemoline. *Clinical Electroencephalography*, 26, 204-13.
- Sanz-Martin, A. (2000). *Diferencias sexuales y efecto del ciclo menstrual en el reconocimiento de las emociones faciales*. Dissertação de candidatura ao grau de Mestre, submetida à Universidad de Guadalajara.
- Sanz-Martin, A., Parra, G. C., Padilla, E. S. & Díaz, E. G. (2008). Las emociones desde el punto de vista de la psicobiología. In M. A. Guevara, L. Chacón-Gutiérrez, M. Hernández-González & J. A. Barradas-Bribiesca (Eds.), *Aproximaciones al estudio de la Psicobiología del comportamiento* (p. 323-378), Guanajuato, Universidad de Guanajuato.



- Sarter, M., Givens, B. & Bruno, J. P. (2001). The cognitive neuroscience of sustained attention: where top-down meets bottom-up. *Brain Research Reviews*, 35, 146-160.
- Schachter, S. & Singer, J. (1962). Cognitive, social and physiological determinants of emotional states. *Psychological Review*, 69, 379-399.
- Scherer, K. (2001). Construction of the Social World: Emotion. In M. Hewstone & W. Stroebe (Eds.), *Introduction to Social Psychology*, Blackwell Publishers.
- Schultz, D. & Schultz, S. (2004). *História da Psicologia Moderna*. São Paulo: Cultrix.
- Schupp, H. T., Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., Birbaumer, N. & Lang, P. J. (1997). Probe P3 and blinks: two measures of affective startle modulation. *Psychophysiology*, 34(1), 1-6.
- Schupp, H. T., Cuthbert, B. N., Bradley, M. M., Cacioppo, J., Ito, T. & Lang, P. J. (2000). Affective picture processing: The late positive potential is modulated by motivational relevance. *Psychophysiology*, 37, 257-261.
- Schupp, H. T., Flaisch, T., Stockburger, J. & Junghöfer, M. (2006). Emotion and attention: event-related brain potential studies. In S. Anders, M. Ende, M. Junghöfer, J. Kissler & D. Wildgruber (Eds.), *Progress in Brain Research*, 156 (p. 31–51).
- Schupp, H. T., Junghöfer, M., Weike A. & Hamm A. (2004). The selective processing of briefly presented affective pictures: an ERP analysis. *Psychophysiology*, 41, 441-9.
- Seabra, R. D. & Santos, E. T. (2005). Utilização de técnicas de realidade virtual no projeto de uma ferramenta 3D para desenvolvimento da habilidade de visualização espacial. *Revista Educação Gráfica*, 9, 111-122.
- Seitz, R. J., Schäfer, R., Scherfeld, D., Friederichs, S., Popp, K., Wittsack, H. J., ... Franz, M. (2008). Valuating other people's emotional face expression: a combined

- functional magnetic resonance imaging and electroencephalography study. *Neuroscience*, 152(3), 713-722.
- Sergerie, K., Chochol, C. & Armony, J. L. (2008). The role of the amygdala in emotional processing: A quantitative meta-analysis of functional neuroimaging studies. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 32(4), 811-830.
- Severac-Cauquil, A., Trotter, Y. & Taylor, M. J. (2006). At what stage of neural processing do perspective depth cues make a difference? *Exp Brain Res*, 170(4), 457-463.
- Shiromani, P. J., Keane, T. M. & LeDoux, J. E. (2009). *Post-Traumatic Stress Disorder: Basic science and clinical practice*. New York: Humana Press.
- Sidorova, O. A. & Kostyunina, M. B. (1993). The participation of cortical areas of the brain in processes of the perception and reproduction of emotional states of man. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, 23(2), 135-141.
- Silvério, J., Santos, J. & Silva, C. (2000). Realidade Virtual: novo instrumento terapêutico. In J. L. Ribeiro, I. Leal & M. Dias (Eds.), *Actas do III Congresso Nacional de Psicologia da Saúde " Psicologia da Saúde nas Doenças Crônicas"* (p. 409-416).
- Simon, H. (1967). Motivational and emotional controls of cognition. *Psychological Review*, 74, 29-39.
- Simons, R. F., Detenber, B. H., Cuthbert, B. N., Schwartz, D. D. & Reiss, J. E. (2003). Attention to television: Alpha power and its relationship to image motion and emotional content. *Media Psychology*, 5, 283-301.
- Simons, R. F., Detenber, B. H., Reiss, J. E. & Shults, C. W. (2000). Image motion and context: A between- and within-subjects comparison. *Psychophysiology*, 37, 706-710.

- Simons, R. F., Detenber, B. H., Roedema, T. M. & Reiss, J. E. (1999). Emotion processing in three systems: The medium and the message. *Psychophysiology*, 36(5), 619-627.
- Simpson, J. R., Ongur, D., Akbudak, E., Conturo, T. E., Ollinger, J. M., Snyder, A. Z., ... Raichle, M. E. (2000). The emotional modulation of cognitive processing: an fMRI study. *Journal of Cognitive Neurosciences*, 12(2), 157-170.
- Siscoutto, R. A., Szenberg, F., Tori, R., Raposo, A. B., Celes, W. & Gattass, M. (2006). In R. Tori, C. Kirner & R. A. Siscouto (Eds.), *Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada - Livro do Pré-Simpósio – VIII Symposium on Virtual Reality* (p. 221-245), Porto Alegre, Editora SBC.
- Slater, M. (1999). *A Note on Presence Terminology*. UK, London: University College London - Department of Computer Science.
- Slater, M. (2003). A note on presence terminology. *Presence Connect*, 3(3), 1-5.
- Slater, M., Khanna, P., Mortensen, J. & Yu, I. (2009). Visual realism enhances realistic response in an immersive virtual environment. *IEEE Comput Graph Appl*, 29(3), 76-84.
- Slater, M., Pertaub, D. P., Barker, C. & Clark, D. M. (2006). An experimental study on fear of public speaking using a virtual environment. *Cyberpsychology & Behavior*, 9(5), 627-633.
- Solomon, R. (1999). The Philosophy of Emotions. In M. Lewis & J. Haviland-Jones (Eds.), *Handbook of Emotions* (p. 3-15), New York, Guilford Press.
- Squires, K. C., Donchin, E., Herning, R. I. & McCarthy, G. (1977). On the influence of task relevance and stimulus probability on event-related-potential components. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 42(1), 1-14.

- Strickland, D. (1997). Virtual reality for the treatment of autism. In G. Riva (Ed.), *Virtual reality in neuropsychophysiology* (p. 3-12), Amsterdam, IOS Press.
- Strongman, K. (1998). *A Psicologia da Emoção* (4ª ed.). Lisboa: Climepsi Editores.
- Sutton, S., Braren, M., Zubin, J. & John, E. R. (1965). Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*, 150(700), 1187-1188.
- Swaab, T. Y. (1998). Event-related potentials in cognitive neuropsychology: Methodological considerations and an example from studies of aphasia. *Behavior, Research Methods, Instruments and Computers*, 30, 157-170.
- Taira, M., Nose, I., Inoue, K. & Tsutsui, K. (2001). Cortical areas related to attention to 3D surface structures based on shading: an fMRI study. *Neuroimage*, 14(5), 959-966.
- Tan, D. S. (2004). *Exploiting the cognitive and social benefits of physically large displays*. Dissertação de candidatura ao grau de Doutor, submetida à Carnegie Mellon University.
- Tory, M., Kirkpatrick, A. E., Atkins, M. S. & Möller, T. (2006). Visualization Task Performance with 2D, 3D, and Combination Displays. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 12(1), 2-13.
- Tranel, D. (2000). Electrodermal Activity in Cognitive Neuroscience: Neuroanatomical and Neuropsychological Correlates. In R. D. Lane & L. Nadel (Eds.), *Cognitive Neuroscience of Emotion*, New York, Oxford University Press.
- Tsutsui, K., Taira, M. & Sakata, H. (2005). Neural mechanisms of three-dimensional vision. *Neurosci Res*, 51(3), 221-229.
- Velez-Langs, O. & Larboulette, C. (s.d.). *Modelado de Personajes. Bloque 2. Caracteres Virtuales Inteligentes. Presencia e Inmersion*. Acedido a 26 de Maio de 2010 em <http://dac.escet.urjc.es/rvmaster/asignaturas/MDP/>.

- Venables, P. H. & Christie, M. J. (1980). Electrodermal activity. In I. Martin & P. H. Venables (Eds.), *Techniques in psychophysiology* (p. 4-67), Nova York, Wiley.
- Verchili, M. C. (1999). *Modulación del reflejo de sobresalto y medidas autonómicas en psicópatas encarcelados*. Dissertação de candidatura ao grau de Doutor, submetida à Facultat de Ciències Humanes i Socials de la Universitat Jaume I de Castelló.
- Viaud-Delmon, I., Warusfel, O., Seguelas, A., Rio, E. & Jouvent, R. (2006). High sensitivity to multisensory conflicts in agoraphobia exhibited by virtual reality. *Eur Psychiatry*, 21(7), 501-508.
- Vicario, C. U. (1998). *Neurobiología de la visión*. Espanha, Universitat Politècnica de Catalunya: © Ediciones UPC.
- Vila, J., Sánchez, M., Ramírez, I., Fernández, M. C., Cobos, P., Rodríguez, S., Muñoz, M. A., Tormo, M. P., ... Moltó, J. (2001). El sistema internacional de imágenes afectivas (IAPS): Adaptación española. Segunda parte. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 54, 635-657.
- Vuilleumier, P. (2005). How brains beware: neural mechanisms of emotional attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(12), 585-592.
- Vuilleumier, P. & Huang, Y. (2009). Emotional Attention: Uncovering the Mechanisms of Affective Biases in Perception. *Current Directions in Psychological Science*, 18(3), 148-152.
- Waldstein, S., Kop, W., Schmidt, L., Haufler, A., Krantz, D. & Fox, N. (2000). Frontal electrocortical and cardiovascular reactivity during happiness and anger. *Biological Psychology*, 55, 3-23.
- Wang, G. & Kameda, S. (2005). Event-related potential component associated with the recognition of three-dimensional objects. *Neuroreport*, 16(7), 767-771.

- Wang, M., & Reid, D. (2011). Virtual reality in pediatric neurorehabilitation: attention deficit hyperactivity disorder, autism and cerebral palsy. *Neuroepidemiology*, 36(1), 2-18.
- Watanuki, S. & Kim, Y. (2005). Physiological responses induced by pleasant stimuli. *Journal of Physiological Anthropology and Applied Human Science*, 24(1), 135-138.
- Waters, T. (1988). 3-D comes home. *Discover*, 9, 30-32.
- Wickens, C. D. (1980). The structure of attentional resources. In R. Nickerson & R. Pew (Eds.), *Attention and Performance VIII*, Hillsdale, New Jersey, Erlbaum.
- Wickens, C. D., Merwin, D. H. & Lin, E. L. (1994). Implications of Graphics Enhancements for the Visualization of Scientific Data: Dimensional integrality, Stereopsis, Motion, and Mesh. *Human Factors*, 36(1), 44-61.
- Wiederhold, B. K. & Rizzo, A. (2005). Virtual Reality and Applied Psychophysiology. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 30(3), 183-187.
- Yago, E. & Escera, C. (1998). P3a: Una señal electrofisiológica de la captura atencional. In J. Botella & V. Ponsoda (Eds.). *La atención: Una aproximación multidisciplinar* (p. 17-26), Valencia, Promolibro.
- Zelle, J. M. & Figura, C. (2004). Simple, LowCost Stereographics: VR for Everyone. Paper presented at the *ACM's Special Interest Group on Computer Science Education*, Virginia, 3-7.
- Zhu, H., Sun, Y., Zeng, J. & Sun, H. (2011). Mirror neural training induced by virtual reality in brain-computer interfaces may provide a promising approach for the autism therapy. *Med Hypotheses*.
- Zillman, D. (1990). Television viewing and physiological arousal. In J. Bryant, *Responding to the screen: Reception and reaction responses*, New Jersey, Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates.

## **Anexos**

**Anexo 1.** Exemplo de Consentimento Informado (Estudo 3)

**Anexo 2.** Imagens e Dados Normativos da BDIA 3D

**Anexo 3.** Quadros auxiliares do estudo 4: Activação do Complexo Amigdalino por Estímulos Indutores de Emoções apresentados em 2D e 3D







## **Formulário de Consentimento Informado**

### **1. Objectivo do Estudo**

Este estudo tem por objectivo investigar o processamento emocional de estímulos apresentados na modalidade visual, através de medidas de activação do sistema nervoso central e periférico.

### **2. Procedimentos**

Ser-lhe-ão apresentados estímulos na modalidade visual e/ou auditiva, enquanto se procede à recolha de índices psicofisiológicos (electroencefalografia, electrodermografia, pletismografia), para posterior análise do seu registo. Espera-se que a experiência tenha uma duração aproximada de 30 minutos. Nenhum dos procedimentos envolvidos é doloroso, nem implica qualquer risco para a sua saúde.

### **3. Confidencialidade**

Os seus resultados não serão tratados individualmente, mas apenas em grupo. Os resultados de grupo poderão ser publicados para fins científicos, mas é garantido o anonimato, não sendo apresentado o nome de nenhum participante.

### **4. Participação voluntária**

A sua participação é totalmente voluntária. O seu consentimento ou recusa em participar não acarretará quaisquer consequências para si.

### **5. Autorização**

“Declaro que tomei conhecimento dos objectivos do estudo, dos procedimentos envolvidos na experiência, bem como dos potenciais riscos e benefícios envolvidos na mesma. A minha participação é voluntária e a recusa em participar não acarreta nenhuma consequência para mim”.














Data:

Assinatura do participante:

Assinatura do investigador:



## Anexo 2 Imagens e Dados Normativos da BDIA 3D.

	Slide n°	Valência Média (DP)	Intensidade Média (DP)		Slide n°	Valência Média (DP)	Intensidade Média (DP)
	001	4.92 (0.98)	3.09 (1.94)		013	6.27 (2.03)	5.50 (2.95)
	002	3.47 (1.90)	3.86 (2.17)		014	3.91 (2.46)	3.20 (2.50)
	003	7.99 (1.36)	5.84 (2.37)		015	3.19 (2.56)	4.71 (2.70)
	004	6.11 (2.02)	3.58 (1.68)		016	3.58 (2.22)	4.67 (2.75)
	005	6.08 (2.11)	3.37 (2.25)		017	2.76 (1.97)	4.90 (2.40)
	006	1.44 (1.78)	6.89 (2.98)		018	3.70 (2.15)	4.34 (2.16)
	007	2.26 (2.00)	5.12 (2.16)		019	3.67 (1.92)	2.76 (1.94)
	008	3.20 (1.82)	3.93 (2.15)		020	2.81 (2.21)	4.14 (2.51)
	009	2.82 (2.16)	4.52 (2.46)		021	5.79 (2.39)	4.34 (2.80)
	010	2.47 (1.98)	5.41 (2.64)		022	2.18 (2.04)	4.82 (2.63)
	011	2.53 (2.30)	5.02 (2.65)		023	3.29 (2.21)	4.56 (2.46)
	012	2.27 (1.85)	4.23 (2.12)		024	7.46 (2.06)	5.26 (2.66)

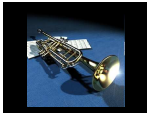






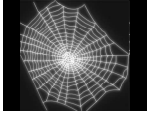
















## Anexo 2 Imagens e Dados Normativos da BDIA 3D.

	Slide nº	Valência Média (DP)	Intensidade Média (DP)		Slide nº	Valência Média (DP)	Intensidade Média (DP)
	025	1.80 (1.23)	5.97 (2.61)		037	7.14 (1.71)	5.16 (2.67)
	026	4.15 (1.99)	2.86 (2.16)		038	6.94 (2.26)	5.27 (2.71)
	027	3.62 (2.58)	3.16 (2.54)		039	6.68 (1.49)	3.83 (2.57)
	028	2.98 (1.99)	3.80 (2.28)		040	5.90 (1.94)	4.70 (2.86)
	029	2.21 (1.20)	4.88 (2.42)		042	2.71 (2.00)	4.92 (2.59)
	030	3.51 (2.18)	3.79 (2.35)		042	6.67 (1.78)	4.49 (2.82)
	031	2.73 (2.45)	4.95 (2.65)		043	6.82 (1.72)	5.34 (2.93)
	032	2.69 (2.31)	4.97 (2.65)		044	5.07 (1.56)	2.57 (2.09)
	033	2.22 (2.15)	5.11 (2.42)		045	2.12 (1.92)	4.35 (2.62)
	034	6.57 (1.76)	2.91 (2.31)		046	5.36 (1.95)	2.76 (2.23)
	035	6.98 (2.04)	5.52 (2.22)		047	2.35 (1.99)	4.97 (2.84)
	036	3.17 (2.43)	4.47 (2.67)		048	5.02 (1.37)	1.99 (1.98)

























## Anexo 2 Imagens e Dados Normativos da BDIA 3D.

	Slide nº	Valência Média (DP)	Intensidade Média (DP)		Slide nº	Valência Média (DP)	Intensidade Média (DP)
	049	5.04 (1.43)	2.19 (1.78)		061	4.83 (1.66)	2.10 (2.08)
	050	2.46 (1.92)	4.66 (2.16)		062	2.88 (2.36)	4.44 (2.71)
	051	5.54 (2.17)	2.01 (2.26)		063	5.33 (1.77)	3.12 (2.32)
	052	5.92 (1.81)	3.93 (2.58)		064	3.44 (2.06)	4.14 (2.41)
	053	5.01 (1.76)	2.48 (1.86)		065	6.94 (1.77)	4.19 (2.55)
	054	2.11 (2.46)	5.73 (2.13)		066	5.15 (1.70)	2.39 (2.01)
	055	3.02 (2.37)	4.45 (3.98)		067	2.21 (2.09)	4.67 (2.53)
	056	2.52 (2.13)	4.41 (2.44)		068	5.32 (1.77)	2.18 (2.26)
	057	6.43 (1.92)	4.86 (2.16)		069	5.24 (1.39)	2.31 (1.89)
	058	6.39 (2.01)	3.89 (2.31)		070	6.36 (1.95)	3.49 (1.73)
	059	5.19 (1.59)	2.20 (1.78)		071	2.69 (2.40)	5.33 (2.62)
	060	4.75 (1.77)	2.93 (2.25)		072	6.42 (1.78)	3.76 (2.67)

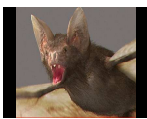


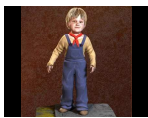


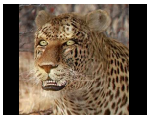

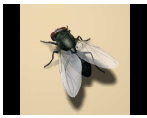

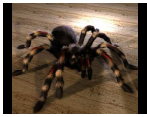
## Anexo 2 Imagens e Dados Normativos da BDIA 3D.

	Slide n°	Valência Média (DP)	Intensidade Média (DP)		Slide n°	Valência Média (DP)	Intensidade Média (DP)
	073	6.01 (1.91)	3.02 (2.30)		085	5.11 (1.63)	1.88 (1.38)
	074	5.53 (2.03)	3.21 (2.34)		086	2.43 (1.73)	5.21 (2.23)
	075	2.50 (2.21)	5.36 (2.68)		087	5.37 (2.12)	1.43 (2.25)
	076	2.80 (1.96)	4.14 (2.41)		088	2.49 (1.80)	5.03 (2.12)
	077	2.85 (2.15)	3.73 (2.25)		089	4.39 (2.00)	2.38 (2.11)
	078	2.77 (2.46)	4.97 (2.63)		090	7.04 (1.85)	5.02 (2.63)
	079	6.29 (1.78)	3.28 (2.34)		091	7.33 (1.83)	5.89 (2.44)
	080	6.33 (1.78)	3.50 (2.37)		092	6.01 (1.83)	3.58 (2.33)
	081	5.21 (1.53)	1.67 (1.80)		093	5.09 (2.11)	2.46 (2.46)
	082	5.18 (1.48)	1.86 (2.12)		094	2.17 (2.47)	4.93 (2.67)
	083	3.80 (1.73)	2.76 (2.12)		095	5.16 (1.72)	2.04 (1.46)
	084	7.63 (1.76)	5.29 (2.61)		096	7.45 (1.62)	5.26 (2.61)

## Anexo 2 Imagens e Dados Normativos da BDIA 3D.

	Slide nº	Valência Média (DP)	Intensidade Média (DP)		Slide nº	Valência Média (DP)	Intensidade Média (DP)
	097	7.11 (1.74)	5.10 (2.80)		109	5.12 (1.26)	1.77 (2.18)
	098	7.01 (1.81)	4.65 (2.61)		110	3.35 (1.91)	4.15 (2.25)
	099	6.54 (1.89)	4.67 (2.58)		111	4.97 (1.61)	1.98 (1.39)
	100	5.93 (2.45)	3.79 (3.19)		112	4.89 (1.69)	2.28 (2.07)
	101	6.07 (2.39)	3.39 (2.48)		113	5.19 (1.85)	2.37 (2.50)
	102	5.81 (2.48)	3.48 (2.52)		114	4.87 (1.48)	2.11 (2.03)
	103	5.39 (2.44)	3.03 (2.84)		115	5.12 (1.52)	2.21 (1.99)
	104	3.16 (2.02)	4.38 (3.03)		116	5.02 (1.60)	2.20 (2.09)
	105	4.17 (2.51)	3.07 (2.54)		117	5.04 (1.48)	2.15 (1.83)
	106	5.24 (2.12)	2.21 (2.40)		118	5.22 (1.52)	2.32 (2.18)
	107	5.24 (2.10)	2.30 (2.41)		119	3.37 (1.57)	3.56 (2.01)
	108	3.13 (1.96)	4.79 (2.23)		120	3.64 (2.22)	4.10 (2.46)

## Anexo 2 Imagens e Dados Normativos da BDIA 3D.

	Slide n°	Valência Média (DP)	Intensidade Média (DP)		Slide n°	Valência Média (DP)	Intensidade Média (DP)
	121	2.29 (2.50)	4.88 (2.56)		127	2.80 (2.25)	4.94 (2.56)
	122	4.16 (2.49)	3.98 (2.51)		128	5.93 (2.33)	2.87 (2.53)
	123	1.45 (1.91)	6.85 (1.83)		129	1.23 (1.56)	5.98 (1.54)
	124	2.64 (1.82)	4.80 (2.62)		130	8.19 (1.31)	6.61 (1.63)
	125	2.29 (1.94)	5.19 (2.58)		131	5.12 (1.53)	2.09 (1.72)
	126	1.97 (2.40)	6.25 (2.45)				



### Anexo 3. Quadros acessórios do estudo 4.

Activação do nível global do cérebro em função do modo de visualização (ROI - neutro 3D>2D).

Statistics: *p-values adjusted for search volume*

set-level		cluster-level				peak-level					mm mm mm		
<i>p</i>	<i>c</i>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>k</i> <sub>E</sub>	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>	<i>p</i> <sub>FWE-corr</sub>	<i>q</i> <sub>FDR-corr</sub>	<i>T</i>	( <i>Z</i> <sub>z</sub> )	<i>p</i> <sub>uncorr</sub>			
0.000	20	0.012	0.038	200	0.001	0.164	0.574	4.49	4.47	0.000	-40	-6	12
						0.970	0.948	3.64	3.63	0.000	-38	-20	12
		0.334	0.208	73	0.026	0.244	0.574	4.37	4.36	0.000	-12	-60	30
		0.142	0.118	104	0.010	0.347	0.581	4.26	4.25	0.000	14	-86	16
						0.993	0.948	3.53	3.52	0.000	22	-88	26
		0.261	0.186	82	0.019	0.521	0.754	4.11	4.10	0.000	-8	0	42
		0.128	0.118	108	0.009	0.606	0.764	4.05	4.03	0.000	36	-4	-2
						0.999	0.996	3.42	3.41	0.000	46	-8	4
						1.000	0.997	3.19	3.18	0.001	32	-16	-8
		0.507	0.271	57	0.045	0.855	0.948	3.83	3.82	0.000	40	-2	14
		0.685	0.394	44	0.074	0.896	0.948	3.78	3.77	0.000	-20	6	-8
		0.402	0.226	66	0.033	0.935	0.948	3.72	3.71	0.000	24	-48	64
						1.000	0.997	3.34	3.33	0.000	32	-46	68
		0.049	0.077	144	0.003	0.970	0.948	3.64	3.63	0.000	62	0	14
						0.970	0.948	3.64	3.63	0.000	56	-4	24
		0.927	0.618	25	0.167	0.972	0.948	3.64	3.63	0.000	2	-12	60
		0.771	0.411	38	0.094	0.978	0.948	3.62	3.60	0.000	50	-38	58
		0.918	0.618	26	0.160	0.984	0.948	3.59	3.58	0.000	-16	-62	-34
		0.728	0.400	41	0.083	0.989	0.948	3.56	3.55	0.000	20	-2	-26
						0.996	0.948	3.50	3.49	0.000	28	2	-22
		0.997	0.811	10	0.379	0.994	0.948	3.51	3.50	0.000	-24	-90	14

table shows 3 local maxima more than 8.0mm apart

Height threshold: *T* = 3.10, *p* = 0.001 (1.000) Degrees of freedom = [1.0, 1128.0]  
 Extent threshold: *k* = 8 voxels, *p* = 0.433 (0.999) FWHM = 9.9 9.8 9.8 mm mm mm; 4.9 4.9 4.9 {voxels}  
 Expected voxels per cluster, <*k*> = 13.912 Volume: 1550208 = 193776 voxels = 1524.6 resels  
 Expected number of clusters, <*c*> = 6.78 Voxel size: 2.0 2.0 2.0 mm mm mm; (resel = 118.14 voxels)  
 FWEp: 4.793, FDRp: Inf, FWEc: 144, FDRc: 200 Page 1

Activação do nível global do cérebro em função do modo de visualização (ROI - neutro 3D>2D).

x,y,z mm	label	dist mm					
-40 -6 12	Rolandic_oper_L	0.00	Insula_L	2.83	Heschl_L	7.48	
-38 -20 12	Insula_L	0.00	Rolandic_oper_L	2.00	Heschl_L	2.00	
-12 -60 30	Precuneus_L	0.00	Cuneus_L	2.00	Cingulum_Mid_L	6.32	
14 -86 16	Calcarine_R	0.00	Cuneus_R	2.00	Occipital_Sup_R	3.46	
22 -88 26	Occipital_Sup_R	0.00	Cuneus_R	4.47	Occipital_Mid_R	7.21	
-8 0 42	Cingulum_Mid_L	0.00	Supp_Motor_Area_L	4.00	Cingulum_Mid_R	10.00	
36 -4 -2	Putamen_R	0.00	Insula_R	3.46	Pallidum_R	8.25	
46 -8 4	Insula_R	0.00	Temporal_Sup_R	2.83	Heschl_R	3.46	
32 -16 -8	Hippocampus_R	2.83	Putamen_R	2.83	Pallidum_R	4.90	
40 -2 14	Rolandic_oper_R	0.00	Insula_R	2.00	Frontal_Inf_oper_R	8.00	
-20 6 -8	Putamen_L	0.00	Pallidum_L	3.46	Olfactory_L	6.00	
24 -48 64	Postcentral_R	0.00	Parietal_Sup_R	2.00	Precuneus_R	10.77	
32 -46 68	Postcentral_R	0.00	Parietal_Sup_R	4.00	Parietal_Inf_R	14.00	
62 0 14	Postcentral_R	0.00	Rolandic_oper_R	2.00	Precentral_R	4.47	
56 -4 24	Postcentral_R	0.00	Precentral_R	2.83	Rolandic_oper_R	4.90	
2 -12 60	Supp_Motor_Area_R	0.00	Supp_Motor_Area_L	2.00	Paracentral_Lobule_L	6.00	
50 -38 58	Parietal_Sup_R	0.00	Parietal_Inf_R	2.00	Postcentral_R	2.83	
-16 -62 -34	Cerebellum_6_L	3.46	Cerebellum_8_L	4.00	Cerebellum_Crus1_L	4.47	
20 -2 -26	ParaHippocampal_R	0.00	Hippocampus_R	4.47	Amygdala_R	4.90	
28 2 -22	Amygdala_R	0.00	Temporal_Pole_Sup_R	2.00	ParaHippocampal_R	4.47	
-24 -90 14	Occipital_Mid_L	0.00	Occipital_Sup_L	7.21	Cuneus_L	10.77	
-26 -80 4	Occipital_Mid_L	2.00	Occipital_Inf_L	6.32	Lingual_L	7.48	
-48 -34 8	Temporal_Sup_L	0.00	Temporal_Mid_L	2.00	Rolandic_oper_L	7.48	
-56 -10 40	Postcentral_L	0.00	Precentral_L	6.32	SupraMarginal_L	9.17	
-4 -78 -4	Lingual_L	0.00	Calcarine_L	4.47	Lingual_R	6.00	
26 -62 6	Calcarine_R	0.00	Lingual_R	4.00	Fusiform_R	8.49	
34 -22 24	Insula_R	2.00	Rolandic_oper_R	4.47	Heschl_R	8.49	